



**Escola de Camins**  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports  
UPC BARCELONATECH

## A Dynamic System model for Catalan Airports

Treball realitzat per:

**Ferran Casanova Sala**

Dirigit per:

**César Trapote Barreira**

**Miquel Estrada Romeu**

Màster en:

**Enginyeria de Camins, Canals i Ports**

Barcelona, 30 de Setembre de 2019

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

**TREBALL FINAL DE MÀSTER**

## Resum

En els darrers mesos, diferents administracions públiques han promogut la construcció d'una nova terminal satèl·lit a l'aeroport Josep Tarradellas Barcelona-El Prat i la conversió de l'aeroport de Girona-Costa Brava en "la quarta pista d'El Prat" amb la construcció d'un baixador de la línia d'alta velocitat a l'aeroport gironí.

Davant de l'ampliació simultània de la capacitat a dos aeroports amb l'objectiu de donar servei a una mateixa regió, es pot plantejar la següent pregunta:

La demanda de transport aeri a Catalunya és prou elevada per als dos aeroports? L'usuari està disposat a desplaçar-se fins a Girona per a realitzar un vol que actualment pot fer des de Barcelona?

En aquest document es tracta de donar resposta a la segona pregunta modelitzant l'elecció discreta que ha de realitzar l'usuari cada vegada que realitza un viatge amb avió.

S'estudien les dinàmiques que es creen entre els aeroports que formen el sistema dinàmic multiaeroportuari català i com l'any 2003 les condicions del sistema van portar a que els aeroports secundaris cobrissin una part important de la demanda total.

Per a modelitzar l'elecció discreta d'aeroport es realitza un exercici de preferències declarades on cada enquestat és situat davant de 10 escenaris amb 4 opcions de viatge amb l'origen en un dels tres aeroports del sistema. Aquest exercici permet analitzar la interacció entre les variables de decisió més importants: el temps d'accés, el cost d'accés i el preu del bitllet.

Amb les dades recopilades de l'enquesta es construeix un model multinomial lògit que permet l'estimació de la preferència d'aeroport de cada zona estudiada.

Finalment, s'estudia com els diferents actors: AENA i altres administracions públiques, poden incentivar l'ús dels aeroports secundaris modificant:

- Les tasses aeroportuàries dels aeroports per a incrementar la diferència de preu entre l'aeroport principal i els secundaris.
- L'estacionament als aeroports. Incentivant l'ús del vehicle privat per a accedir als aeroports secundaris.
- El transport públic als aeroports secundaris amb la reducció del cost del transport públic existent o bé amb la creació de nous serveis ferroviaris d'alta velocitat.

## Abstract

Over the last months, different public administrations have talked about building a satellite terminal at Josep Tarradellas Barcelona-El Prat airport and transforming Girona-Costa Brava airport in to "El Prat's fourth runway" by building a new high speed train station in the airport.

These two facility enlargement projects are aimed to supply the same demand located in Catalonia. The following questions have to be asked:

Is the demand for air transport big enough to support the expansion of the two facilities? Is the user willing to travel to Girona-Costa Brava Airport in order to take a flight that nowadays is supplied from Barcelona?

This research tries to answer the second question by analyzing the airport-choice behaviour in the multi-airport region.

The catalan multi-airport system dynamics are studied and the conditions that yielded the emergence of the two secondary airports in 2003 are found.

A Stated Preference travel choice experiment is developed in order to build a Multinomial Logit model. The experiment consist of 10 scenarios where the respondent has to choose between 4 alternatives composed by a departure airport, airfare, route frequency and access mode. With this experiment the interaction between variables is analyzed.

The panel data obtained from the survey is used to fit the multinomial logit model, which is used to estimate the airport preference for each studied region.

AENA and other public bodies can implement politics in order to promote the use of the secondary airports:

- Increase the airport charge difference between the primary and secondary airports.
- Promote the car as an access mode to the secondary airports by modifying the parking price at the airports.
- Promote public transport as an access mode to the secondary airports by reducing the fare for the existing public transport or by building a new high speed service from the main train stations to the airports.

## Agraïments

Als tutors per la seva paciència i guia: a César Trapote per la seva disponibilitat, la constància i els “follow-ups” que sempre portaven a debats interessants; a en Miquel Estrada per aportar un tercer punt de vista.

A en Xavier Pons i al departament d'obres lineals per la flexibilitat i comprensió durant aquests dos anys.

A la família per donar-me suport des de sempre.

A tota la gent que durant aquests mesos ha hagut d'aguantar les meves “xapes” sobre el TFM, en especial la Laura, la Cristina, en Blai i l'Oriol.

I a tothom amb qui m'he creuat durant aquests 8 anys a l'escola de camins.  
Tota una vida.





## Índex

1	Introducció.....	1
1.1	Barcelona.....	1
2	State of the Art.....	4
2.1	El mercat aeri.....	4
2.1.2	Aparició d'aeroports secundaris.....	9
2.1.3	Gestió coordinada d'un sistema multiaeroportuari.....	13
2.1.4	Expansió de l'aeroport o sistema multiaeroportuari.....	13
2.2	Disseny d'entrevistes per a realitzar una anàlisi de la demanda.....	15
2.2.1	Entrevista qualitativa.....	15
2.2.2	Entrevista quantitativa.....	16
2.3	Models de demanda.....	18
2.3.1	Models d'elecció d'aeroport.....	18
2.3.2	Comparació de models.....	20
3	Anàlisi del Sistema aeroportuari català.....	22
3.1	Història.....	22
3.1.1	Barcelona.....	22
3.1.2	Girona.....	24
3.1.3	Reus.....	25
3.2	El sistema avui en dia.....	27
3.2.1	Perfil de l'oferta.....	27
3.2.2	Perfil de l'usuari.....	31
3.2.3	Capacitat.....	32
3.2.4	Accés.....	35
3.3	Dinàmiques del sistema multiaeroportuari català.....	46
3.4	Conclusions de l'anàlisi del sistema aeroportuari.....	51
4	Metodologia.....	52
4.1	Software i eines.....	53
5	Enquesta.....	56
5.1	Entrevistes en profunditat.....	56
5.1.1	Conclusions de les entrevistes qualitatives.....	58
5.2	Entrevista quantitativa.....	58
5.2.1	Construcció del disseny experimental.....	59
5.2.2	Enquesta.....	68
5.2.3	Resultats.....	69
5.3	Conclusions.....	71
6	Model.....	72
6.1	Tipologia del model.....	72
6.1.1	Simplificació de la realitat.....	73
6.2	Variables, significat i comportament esperat.....	74
6.3	Limitacions del model i la recerca.....	76
6.4	Benchmark dels models.....	78
6.5	Conclusions i Elecció del model.....	82
7	Aplicació.....	84
7.1	Situació actual. Escenari 0.....	84
7.1.1	Preu del bitllet. Tasses aeroportuàries.....	85
7.1.2	Resultats Escenari S00.....	87
7.2	Variació en funció de cada variable.....	91
7.2.1	Preu del bitllet.....	91
7.2.2	Temps i cost d'accés.....	101
7.3	Coordinació dels stakeholders. S07, S08 i S09.....	114
7.3.1	Resultats.....	115
8	Conclusions.....	122
8.1	Futures línies d'investigació.....	127
	Bibliografia.....	128

## Índex de figures

Figura 1. Evolution of Average Price of Air Travel, and Total passenger traffic: history and forecast [2].....	1
Figura 2. Passos de l'elecció d'un usuari. Font: ACRP report 98.....	7
Figura 3. Passos de l'elecció d'una companyia aèria. Font: ACRP report 98.....	7
Figura 4. Embarcaments a l'aeroport de Boston-Logan (BOS), T.F. Green international Airport (PVD) i Manchester-Boston Regional Airport (MTH).....	10
Figura 5. Sistemes aeroportuaris en funció de la localització dels aeroports respecte de la població.....	11
Figura 6. Model de la dinàmica d'un sistema multiaeroportuari amb els factors principals que influencien l'aparició d'un aeroport secundari.....	12
Figura 7. Classificació de les dades de investigació de mercats.....	16
Figura 8. Aeroports principals de Catalunya.....	22
Figura 9. Ortofoto de l'aeroport del prat en diferents moments històrics. 1990 (sup-esq), 1993 (sup-dreta), 2003 (inf-esq) i 2015 (inf-dreta). Font: icgc.....	24
Figura 10. Ortofoto de l'Aeroport de Girona-Costa Brava. 1986 (esq), 2016 (dreta). font: icgc.....	25
Figura 11. Ortofoto de l'Aeroport de Reus. 1946 (sup-esq), 1956 (sup-dreta), 1993 (inf-esq) i 2015 (inf-dreta). font: icgc.....	26
Figura 12. destinacions des de BCN la setmana 37 del 2019. font: flightradar24.com [21].....	27
Figura 13. destinacions des de GIR (esq) i REU (dreta) la setmana 37 del 2019. font: flightradar24.com.....	27
Figura 14. Trànsit mensual a BCN.....	28
Figura 15. Trànsit mensual a GRO.....	28
Figura 16. Trànsit mensual a REU.....	28
Figura 17. Principals companyies aèries que operen a BCN.....	30
Figura 18. Principals companyies aèries que operen a GRO.....	30
Figura 19. Principals companyies aèries que operen a REU.....	31
Figura 20. Perfil dels usuaris de BCN, GRO i REU.....	32
Figura 21. Operacions/hora a BCN el 5 d'agost de 2018. Font: flightradar [21].....	33
Figura 22. Percentatge de sortides a BCN amb retards superiors als 15 min.....	34
Figura 23. Percentatge d'enlairaments a BCN amb retards superiors als 15 min segons el volum de sortides del mes.....	34
Figura 24. Temps d'accés en vehicle privat a l'aeroport de JT Barcelona-El Prat. font: OSM & Qgis.....	36
Figura 25. Temps d'accés en vehicle privat a l'aeroport de Girona-Costa Brava. font: OSM & Qgis.....	37
Figura 26. Temps d'accés en vehicle privat a l'aeroport de Reus. font: OSM & Qgis.....	38
Figura 27. Infografia del transport públic de BCN. font: AENA.....	39
Figura 28. Plànol general del projecte constructiu dels nous accessos ferroviaris a l'aeroport de Barcelona. [33].	41
Figura 29. Temps d'accés amb autobús a BCN. font: operadors.....	42
Figura 30. Temps d'accés amb autobús a GRO. font: operadors.....	43
Figura 31. Temps d'accés amb autobús a REU. font: operadors.....	44
Figura 32. Temps d'accés amb tren a BCN. font: renfe.....	45
Figura 33. Distribució de la població al voltant dels aeroports del sistema aeroportuari català. font: pròpia i idescat.....	46
Figura 34. Tipus de sistema multiaeroportuari segons la localització de la població respecte els aeroports del sistema.....	47
Figura 35. Evolució del volum de passatgers als aeroports catalans. font: AENA.....	47
Figura 36. Evolució del volum de passatgers als aeroports del sistema aeroportuari de Boston. font: [34].....	48
Figura 37. Model de la dinàmica d'un sistema multiaeroportuari amb els factors principals que influencien l'aparició d'un aeroport secundari.....	50
Figura 38. Metodologia.....	55
Figura 39. Paquets oferts per Amazon a l'enquesta. font: El confidencial.....	59
Figura 40. Zones en que es subdivideix el territori.....	61
Figura 41. Construcció de l'exercici de PD.....	62
Figura 42. Iconografia de les diferents opcions de transport a l'aeroport.....	63
Figura 43. Pregunta de l'enquesta de PD amb les opcions disponibles. Zona Barcelona.....	63
Figura 44. Preguntes de l'enquesta.....	68
Figura 45. Edat dels enquestats.....	69
Figura 46. Distribució de la població segons el motiu i la duració del viatge.....	70
Figura 47. Freqüència en la que es viatja per motiu laboral i de lleure.....	70

Figura 48. Aeroports que la gent té en compte a l'hora de mirar vols. Regió Metropolitana de Barcelona.....	71
Figura 49. Procés discret d'elecció i les variables que hi intervenen.....	74
Figura 50. Simplificació del problema d'elecció discreta.....	74
Figura 51. Enquestats per delimitació territorial.....	77
Figura 52. Resultats dels escenaris del model mnl.4.F_AC_AT_G.....	79
Figura 53. Models ajustats a l'enquesta.....	80
Figura 54. Resultats dels models a 3 preguntes concretes del qüestionari per a la zona Barcelona.....	81
Figura 55. Resultats dels models per a la pregunta 6 de Lleida i Catalunya Central.....	82
Figura 56. Zones en que s'ha dividit el territori.....	84
Figura 57. Rutes d'accés als aeroports en vehicle privat.....	85
Figura 58. Escenari S00. Distribució modal per la zona del Baix Llobregat - Barcelonès.....	88
Figura 59. Escenari S00. Distribució modal per la zona de Lleida.....	88
Figura 60. Escenari S00. Distribució modal per la zona del Maresme - Vallès.....	89
Figura 61. Escenari S00. Distribució modal en 3D per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.....	89
Figura 62. Escenari S00. Distribució modal en 3D per la zona de Lleida.....	90
Figura 63. Escenari S00. Distribució modal en 3D per la zona del Maresme-Vallès.....	90
Figura 64. Evolució de la distribució modal dels tres aeroports per a l'Alt Penedès, Baix Llobregat-Barcelonès i Maresme-Vallès en funció de la relació dels preus dels aeroports secundaris amb Barcelona.....	91
Figura 65. Impacte de la taxa aeroportuària al bitllet.....	95
Figura 66. Variació de la distribució modal segons la diferència de preu entre els bitllets d'avió a l'aeroport principal i als secundaris en funció de la estratègia de gestió de les tasses.....	95
Figura 67. Evolució de la distribució modal dels tres aeroports per a l'Alt Penedès, Baix Llobregat-Barcelonès i Maresme-Vallès en funció de la relació dels preus dels aeroports secundaris amb Barcelona marcat en fosc el rang que en que es pot moure la distribució modal en funció de la variació de les tasses.....	96
Figura 68. Escenaris S01 i S02. Distribució modal per la zona del Maresme-Vallès.....	98
Figura 69. Escenaris S01 i S02. Distribució modal per la zona de Lleida.....	98
Figura 70. Escenaris S01 i S02. Distribució modal per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.....	99
Figura 71. Escenari S01 i S02. Distribució modal en 3D per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.....	99
Figura 72. Escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2. Distribució modal en 3D per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.....	103
Figura 73. Cost d'accés al S00 i sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2 per a la regió metropolitana de Barcelona.....	104
Figura 74. Distribució aeroportuària per a l'escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2 a la regió metropolitana.....	104
Figura 75. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Cost d'accés als aeroports desglossat. Baix Llobregat i Barcelonès.....	106
Figura 76. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés.....	107
Figura 77. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Distribució aeroportuària al Baix Llobregat i Barcelonès.....	107
Figura 78. S00, S05 i S06. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Lleida.....	112
Figura 79. S00, S05 i S06. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Ebre i Monstia.....	113
Figura 80. S00, S05 i S06. Distribució aeroportuària al Baix Ebre i Monstia.....	113
Figura 81. S00, S05 i S06. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Llobregat i Barcelonès.....	114
Figura 82. S00, S07. . Cost d'accés als aeroports desglossat. Maresme-Vallès.....	116
Figura 83. S00, S07. . Cost d'accés als aeroports desglossat. Baix Llobregat i Barcelonès.....	116
Figura 84. S00, S07. . Cost d'accés als aeroports desglossat. Baix Ebre-Monstia.....	117
Figura 85. S00, S07. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Llobregat i Barcelonès.....	117
Figura 86. S00, S08. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Llobregat i Barcelonès.....	118
Figura 87. S00, S07. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Maresme-Vallès.....	118
Figura 88. S00, S07 i S08. Distribució aeroportuària al Baix Ebre i Monstia.....	119
Figura 89. S09. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Ebre i Monstia.....	120
Figura 90. S09. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Camp de Tarragona.....	120

## Índex de taules

Taula 1. Eficiència dels Sistemes multiaeroportuàries europeus.	14
Taula 2. Característiques de la investigació qualitativa i quantitativa.....	15
Taula 3. Capacitat operativa dels aeroports del sistema multiaeroportuari. Font: AENA.....	33
Taula 4. Preus dels Pàrquings gestionats per AENA als aeroports. font: AENA.....	35
Taula 5. Temps d'accés amb tren a la Terminal 1 de BCN. Els orígens amb (AV) indica que hi ha un tram del trajecte realitzat amb tren d'Alta Velocitat. font: renfe.....	40
Taula 6. Palanques d'atracció a l'aeroport de les companyies aèries i dels usuaris.....	49
Taula 7. Nivells de la variable preu del bitllet i freqüència de la ruta.....	63
Taula 8. Transport públic a cada aeroport.....	65
Taula 9. Respostes de l'enquesta.....	69
Taula 10. Ràtio passatgers/any.....	75
Taula 11. Models analitzats i les seves variables.....	78
Taula 12. Estimació dels paràmetres dels models.....	79
Taula 13. Escenari model mnl4.F_AC_AT_G.....	79
Taula 14. Zones en que s'ha dividit el territori i modes d'accés disponibles a cada aeroport.....	85
Taula 15. Especificacions avió tipus.....	86
Taula 16. Tasses aeroportuàries als aeroports del sistema en funció de l'aeronau.....	86
Taula 17. Escenari S00. Distribució aeroportuària de cada zona.....	87
Taula 18. Població de les zones on l'aeroport és l'opció amb major % modal.....	91
Taula 19. Distribució modal de les zones en funció de la relació Preu del bitllet a l'aeroport secundari ( $F_2$ )/bitllet a BCN ( $F_{BCN}$ ).....	92
Taula 20. Distribució modal de Catalunya en funció de la relació Bitllet a l'aeroport secundari ( $F_2$ )/bitllet a BCN ( $F_{BCN}$ ).....	92
Taula 21. Variació de les tasses aeroportuàries.....	94
Taula 22. Distribució modal de Catalunya per a l'escenari S01 i S02.....	97
Taula 23. Distribució modal de les zones per a l'escenari S01 i S02.....	100
Taula 24. Rutes als aeroports que circulen per l'AP-7 o l'AP-2. (marcades amb un tick).....	102
Taula 25. Distribució modal de Catalunya per a l'escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2.....	102
Taula 26. Distribució modal de les zones per a l'escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2.....	105
Taula 27. Distribució modal de Catalunya per als escenaris S03, S04, S03.N i S04.N.....	106
Taula 28. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Distribució modal.....	108
Taula 29. Temps d'accés i cost d'accés del transport públic a GRO per als escenaris S05-S06 i S07.....	109
Taula 30. Temps d'accés i cost d'accés del transport públic a REU per als escenaris S05-S06 i S07.....	110
Taula 31. S00, S05 i S06. Distribució modal de Catalunya.....	111
Taula 32. S00, S05 i S06. Distribució modal.....	114
Taula 33. Mesures que apliquen a cada aeroport els diferents actors.....	115
Taula 34. S00, S07, S08 i S09. Distribució modal de Catalunya.....	115
Taula 35. S00, S07, S08 i S09. Distribució modal.....	121

# 1 Introducció

A l'inici, el transport aeri va sorgir com a un mode de transport elitista a causa dels preus prohibitius. Gràcies a millores tecnològiques i a reformes polítiques i legals, els costos del transport aeri s'han anat reduint de manera gairebé constant en el temps. Per exemple, el preu mínim a la ruta Milan-Paris era d'uns 400€ al 1992 i actualment es poden trobar bitllets per 15€. (EU Aviation: 25 years of reaching new heights)(1). Aquesta reducció dels costos ha permès la anomenada "democratització dels cels" i ha comportat un increment dels passatgers inversament proporcional. Actualment, es preveu que per al 2034, comparat amb el 2016, el transit aeri s'haurà doblat al món. Sobretot degut al creixement dels mercats emergents. A Europa es preveu un increment anual del 3% (Aviation Benefits, 2017)(2)

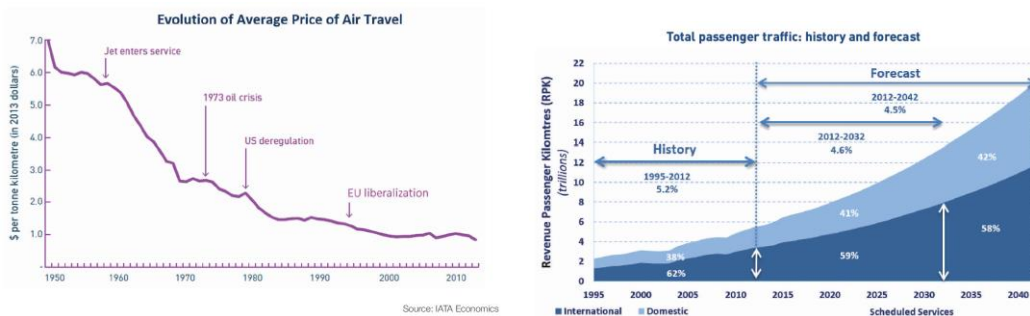


Figura 1. Evolution of Average Price of Air Travel, and Total passenger traffic: history and forecast (2)

## 1.1 Barcelona

L'any 1995 l'aeroport d'El Prat tenia 11.727.814 de passatgers. La terminal 1 (actualment la T2) tenia una capacitat de 17 Milions de passatgers/any i el camp de vol tenia una capacitat de 50 operacions/hora.

Després de l'ampliació de la terminal existent, la construcció d'una tercera pista (07R/25L), l'ampliació de la pista 07L/25R i la construcció de la terminal 1 l'aeroport té una capacitat per a 55 milions de passatgers (33M/any la T1 i 22M/any la T2) i 90 operacions/hora. A l'any 2018 l'aeroport va registrar el seu record de passatgers, 50.172.457, i aquest any, 2019, va camí de superar aquesta xifra, apropant-se vertiginosament als 55Mpax.

Per motius mediambientals i la contaminació acústica, la capacitat del camp de vol està limitada a 78 operacions/hora i actualment durant més de 5 hores al dia les operacions superen les 60op/hora. Aquest fet fa que l'aeroport pateixi problemes de congestió que es traslladen en demores en les sortides i arribades dels avions.

A més, es volen potenciar les rutes transatlàntiques o long-haul routes, que normalment són operades per avions anomenats wide-body que requereixen més temps entre l'aterratge i l'enlairament. Aquest tipus d'operacions augmenten la problemàtica de la congestió de l'aeroport ja que ocupen les infraestructures durant un període de temps més prolongat que els vols de curt recorregut o short-haul routes.

Per solucionar aquest problema hi ha dues opcions, o bé s'amplia l'aeroport amb la construcció d'una terminal satèl·lit o bé es deriva l'excedent de demanda de les hores punta als aeroports de Girona o Reus.

## Introducció

---

El problema de l'ampliació de l'aeroport és que tot i augmentar la capacitat de les terminals, el número de portes d'embarcament i d'aparcaments d'aeronaus. La capacitat del camp de vol seguirà tenint una restricció de 78 operacions/hora i qualsevol proposta d'augmentar les operacions té una oposició frontal de les veïnes de la zona. El mateix succeeix amb qualsevol possible iniciativa de construir una quarta pista guanyant terreny al mar. A l'hora de que aquesta mesura té una dubtosa viabilitat en l'aspecte mediambiental.

La segona opció, desviar l'excedent als aeroports de Girona i Reus és l'alternativa que s'avalua en aquest document.

Com més endavant s'analitzarà, el mercat aeri català és troba en una dinàmica en que l'aeroport d'El Prat exerceix una atracció, com si d'un pou de gravetat es tractes, que fa molt difícil que una companyia aèria decideixi migrar una ruta de l'aeroport d'El Prat a Girona o Reus Simultàniament, els usuaris tampoc tenen incentius per a desplaçar-se fins a aeroports amb pitjors accessos, una oferta molt inferior i uns preus que actualment són molt similars als que hi ha a Barcelona. Tot això fa que l'usuari triï aeroport d'origen basant-se principalment en el cost d'accés i el temps d'accés.

Per contrarestar això hi ha diferents stakeholders que poden intentar incentivar l'ús dels aeroports secundaris:

- Aena, com a gestor aeroportuari pot modificar les tasses aeroportuàries, modificant així el cost que perceben els usuaris.. També pot modificar la seva política de preus als estacionaments dels aeroports incentivant o penalitzant l'ús del vehicle privat per a accedir a les seves instal·lacions.
- Administració pública. Com a gestors del territori pot promoure la creació d'una xarxa de transport públic competitiva per a accedir als aeroports de Girona i Reus des de els mercats més importants, millorant així el temps i el cost d'accés.

Però la realitat és que el mercat aeri no és uniforme i cada perfil d'usuari té unes preferències diferents. Es per això que s'ha d'avaluar com encaixen les polítiques que poden realitzar Aena i l'administració pública amb el comportament de l'usuari (i les companyies aèries). Ens podem trobar amb que les polítiques no siguin acceptades per el mercat, que simplement no tinguin cap repercussió o que la solució tècnica sigui materialment inviable.

Per a entendre com el mercat pot reaccionar, s'enfoca el problema en com l'usuari percep cada aeroport i les opcions que té per accedir-hi. Així es busca obtenir una visió del Sistema Multi aeroportuari català global dins del territori amb l'objectiu d'aprofitar la infraestructura existent eficientment.

Així els objectius de la recerca són:

- Analitzar l'estat actual del sistema aeroportuari català i les dinàmiques que hi ha entre els aeroports.
- Investigar el comportament dels usuaris i quines són les variables més transcendents a l'hora de decidir avió d'origen a la regió.
- Modelitzar l'elecció discreta d'aeroport d'origen des d'un exercici de preferències declarades.

## **Introducció**

---

- Proposar possibles actuacions dels stakeholders per a incentiva l'ús dels aeroports secundaris i analitzar com els usuaris reaccionen als canvis proposats.
- Trobar una metodologia per al problema escalable a una situació amb més recursos i analitzar com es pot ampliar el trobat en aquest document.



## 2 State of the Art

A l'estat de l'art es comenta la literatura més rellevant per a poder obtenir els coneixements necessaris per a realitzar aquest document. Com que aquest document està enfocat des d'una escola d'enginyeria amb una tradició escassa en el mercat aeri (exceptuant determinades branques del departament de transports), la literatura va des de coneixements bàsics del funcionament del transport aeri fins a dissertacions més concretes que ajuden a entendre dinàmiques específiques del Sistema multiaeroportuari català. A l'hora hi ha una extensa revisió de documentació sobre l'elecció discreta d'alternatives en modelització de transports partint del coneixement del comportament dels usuaris mitjançant enquestes qualitatives i quantitatives com poden ser l'enquesta de preferències declarades o revelades.

Finalment, s'avaluen diferents models que s'han realitzat per a predir l'elecció d'aeroport en altres regions del món.

### 2.1 El mercat aeri

*Barney C. Parella, Evaluation and Training Institute, Kvistad Design. 2013. **Understanding Airline and Passanger Choice in Multi-Airport Regions**. Airport Cooperative Research Program, Report 98 (3)*

#### Resum

Tot i que el document es centra en el mercat aeri nord americà, moltes de les conclusions són extrapolables al mercat aeri europeu i internacional.

L'objectiu del document és ajudar als gestors aeroportuaris a entendre els factors que porten a una companyia aèria a operar una ruta determinada amb un nivell de servei determinat i l'elecció dels passatgers a l'hora de triar un aeroport i un servei determinat en regions multiaeroportuàries.

El document es centra en avaluar la interacció dels factors que determinen les decisions de les companyies aèries i els usuaris. Aquesta interacció reflexa la relació entre oferta (la decisió d'una companyia aèria de donar un servei aeri) i demanda (la tria de companyia i aeroport per a realitzar un determinat viatge per part del viatger).

#### Mercat aeri

El mercat aeri està compost per un conjunt de demandes diferents que en total generen una oportunitat per a les companyies aèries d'oferir un servei entre dos aeroports situats adequadament per a accedir al mercat i que, a l'hora està preparat per a gestionar la operativa de la companyia.

Simultàniament, els passatgers decideixen una destinació i després trien l'alternativa que consideren adequada per a les seves preferències. Aquesta alternativa està composta per l'elecció discreta d'una companyia aèria que opera la ruta entre l'aeroport d'origen i el de destí, a una hora i un dia concret amb un nivell de servei determinat. Cada alternativa també inclou el mode d'accés als aeroports.

Normalment, la tria que ha de realitzar l'usuari no és senzilla ja que per a connectar dues regions el mercat pot oferir opcions amb origen i destí a diferents aeroports situats a les regions. A la vegada, les companyies aèries ofereixen opcions amb diferents nivells de servei i amb preus molt variats. ie. Un

## State of the Art

---

usuari vol viatjar des de Mataró a Brussel·les i te com a opcions d'aeroport d'origen Barcelona, Girona o Reus i com a aeroports de destí Brussels Airport, Charleroi o Eindhoven. Complementàriament, pot triar entre múltiples companyies aèries que ofereixen qualitats de servei diferent.

El mercat aeri d'una regió està compost per la suma de la demanda que hi ha per a viatjar entre la regió i la resta de regions a nivell global. Aquesta demanda ve marcada per aspectes macro-econòmics com: la població de la regió (volum), el poder adquisitiu, l'existència de districtes financers, d'indústria, centres de poder decisió o bé l'atractiu turístic de l'àrea.

La naturalesa del mercat d'una zona determina si una companyia aèria està interessada en operar en aquell mercat, ja que no totes les companyies tenen com a objectiu el mateix perfil d'usuari i només operen rutes que tinguin sentit dins del seu model de negoci. I.e. Lufthansa només opera rutes regulars amb origen o destí Frankfurt o Munich ja que el seu model de negoci es basa en una xarxa del tipus "hub n spoke", mentre que altres companyies operen serveis estacionals entre dues ciutats concretes.

L'existència d'una demanda gran per al transport aeri, així com de la disponibilitat de múltiples aeroports i companyies aèries que operen a la regió, no sempre implica que existeixi un escenari de competència entre companyies i aeroports ja que la competència no es a nivell global.

La competència succeeix per a cada combinació origen-destí, ja que a l'usuari no li afecta directament que hi hagi molta competència en la ruta de A a B si el seu destí és C.

Això ens porta a una de les idees més importants del transport aeri: En la relació que hi ha entre la oferta i la demanda. La demanda sempre seguirà a la oferta disponible ja que la decisió de les companyies aèries d'operar una ruta entre dos aeroports concrets pot determinar les opcions de viatge que hi ha disponibles des d'un aeroport concret. Per tant, tot i que en una regió hi hagi demanda substancial per a una ruta determinada, les decisions de les companyies de a on i com proveir la oferta poden reduir o augmentar les opcions de viatge, determinar el nivell de servei, el preu i l'aeroport d'origen o destí.

### Característiques de les regions multiaeroportuàries als Estats Units

Cada mercat, regió i aeroport és únic tot i que poden compartir característiques similars. Per exemple, exceptuant casos com els de Atlanta, USA o Madrid, ESP gairebé totes les grans regions metropolitanas del món tenen més d'un aeroport.

També hi ha zones menys denses que són regions multiaeroportuàries, però si un dels aeroports tendeix a concentrar la oferta el nivell de servei als altres aeroports es pot veure afectat.

A l'hora de determinar com es una regió multiaeroportuària és miren les característiques següents:

- **Dimensió del mercat/Demanda**

La dimensió del mercat (passatgers amb origen o destí a la regió) és un dels principals trets característiques de la zona i principal driver d'una companyia aèria quan avalua si realitzar un determinat servei aeri. Quant més gran sigui el mercat més potencial de beneficis té una companyia.

- **Àrea d'influència dels aeroports o hinterland**

## State of the Art

---

El hinterland d'un aeroport pot variar significativament en funció de la seva localització respecte a altres aeroports que ofereixen una alternativa de viatge competitiva. En zones densament poblades on hi ha més d'un aeroport, el hinterland d'un aeroport pot ser molt petit però contenir milions d'habitants. Alternativament, un aeroport situat en una zona més rural pot tenir un hinterland de 200 km però amb una població inferior.

El límit d'una àrea d'influència es troba on l'usuari està lo suficientment lluny com per a plantejar-se altres aeroports o mètodes de transport com a alternativa.

### ▪ **Naturalesa de la demanda**

El mercat es pot dividir segons el motiu del viatge:

- Viatge de negocis
- Viatge de lleure
- Viatge per motius familiars
- Altres

Mercats amb una demanda equilibrada tindran una oferta amb diferents nivells de servei proveïda per companyies low-cost (LCC) i companyies full-service (FSC).

En canvi, regions amb un gran volum de demanda com a destí vacacional o temporal tenen una oferta especialment dominada per les companyies LCC i els vol xàrter i amb un servei orientat cap al mercat de lleure.

El patró dels serveis aeris a l'aeroport principal d'una regió amb un mercat vacacional i temporal pot exercir una pressió important sobre la resta d'aeroports de la zona.

### ▪ **Presència d'un Hub**

Degut a la naturalesa de la demanda que hi ha a una àrea metropolitana, les companyies aèries poden establir un hub operacional a l'aeroport de la regió. Inclús, si la demanda i el hinterland són prou grans, més d'una aerolínia pot instaurar un hub a la zona.

### ▪ **Aeroports alternatius**

La congestió a l'aeroport principal d'una regió pot comportar que algunes companyies aèries decideixin oferir el seu servei des de aeroports secundaris. Si el mercat es suficientment gran una companyia pot arribar a crear una base d'operacions en un dels aeroports secundaris de la regió.

### Factors rellevants per a l'usuari

El procés d'elecció d'una alternativa per part d'un usuari va de la següent manera:

Primer fa una avaluació de les opcions de viatge a través dels mitjans de ventes disponibles. Un cop té una imatge de les opcions disponibles tria quina qualitat de servei vol i després acaba escollint una opció final basant-se en el preu del bitllet i altres factors. A la Figura 2 es pot veure el procés d'elecció que realitza un passatger.

## State of the Art



Figura 2. Passos de l'elecció d'un usuari. Font: ACRP report 98.

En una regió multiaeroportuària els principals drivers per a escollir una combinació d'aeroport i servei aeri són: el preu del bitllet, la freqüència de la ruta, l'accessibilitat, el número d'escales del servei, l'existència d'un programa de lleialtat, experiències passades a l'aeroport, la duració del trajecte, el tipus d'avió, el número de viatgers al grup i el motiu del viatge.

El motiu del viatge és la variable més important dins de l'elecció d'aeroport ja que cada tipus d'usuari li dona una importància diferent a cada variable. Per exemple, un usuari viatjant per motius de lleure és més sensible a la variació del preu del bitllet que un usuari viatjant per motius de feina.

L'accessibilitat a l'aeroport és una altre variable molt important tant per als passatgers per motius de feina com de lleure. Petits canvis en el temps d'accés poden provocar canvis importants en la demanda d'un aeroport (Ishii et al, 2009)(4).

Una de les característiques principals de l'accessibilitat és la fiabilitat del mode d'accés ja que una fiabilitat baixa pot implicar la pèrdua de l'avió i el conseqüent increment del cost del viatge. Per a solucionar aquesta baixa fiabilitat del servei, l'usuari pot decidir incrementar el marge de temps amb el que decideix arribar a l'aeroport respecte al temps de sortida del vol i per tant acabar incrementant el seu temps total de viatge.

Els viatgers per motius de feina estan disposats a pagar un extra si en retorn s'asseguren la fiabilitat del mode d'accés. En general, "els usuaris que van a l'aeroport a agafar un vol estan disposats a pagar un preu superior per a accedir a l'aeroport que el preu que paguen per als seus desplaçaments quotidians" (Tam et al., 2011)

### Factors rellevants pe a la companyia aèria

Una companyia aèria decideix donar un servei en funció de si preveu que el servei tindrà un resultat positiu per a la rendibilitat de la empresa. Per a avaluar si oferir un determinat servei serà positiu per a l'empresa, les companyies aèries avaluen com el potencial mercat encaixa dins del model de negoci de la aerolínia.

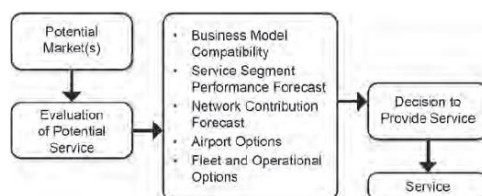


Figura 3. Passos de l'elecció d'una companyia aèria. Font: ACRP report 98.

Hi ha una oportunitat de donar servei al mercat des d'un dels aeroports de la regió que sigui rentable per a la companyia amb el producte, preu i nivell de servei que ofereix l'aerolínia? Si la resposta és

## State of the Art

---

positiva, el potencial benefici d'operar aquest servei és més gran que un altre servei potencial que pot donar la companyia a una altre regió o aeroport?

Les companyies aèries competeixen en un mercat complex, divers i extremadament competitiu on els marges de benefici són molt reduïts però a la vegada tenen una flexibilitat important que permet a les aerolínies operar en els mercats que creuen convenient.

La companyia avalua el mercat de la regió multiaeroportuària analitzant els següents aspectes de la demanda i el mercat:

- Capacitat de generació de demanda (demografia de la població, densitat de població)
- Capacitat d'atracció de demanda (que ofereix la regió per a ser un atractiu)
  - Atracció de demanda especialitzada (districte financer important, zona de producció industrial, centres de convencions)
  - Atracció de demanda de lleure (creuers, destinació turística, estacionalitat de la demanda)
- Dimensió del mercat de la regió i tendència del mercat
- Mercat específic entre les regions que es vol connectar.
  - Competència a la regió.
  - Nivell de servei que pot oferir la companyia i els costos associats a operar la ruta amb un determinat nivell de servei.
  - Avaluació dels possibles aeroports on operar.
  - Comparativa d'operar la ruta amb diferents nivells de servei amb la utilització dels recursos en altres serveis (cost d'oportunitat).

En funció del model de negoci de la companyia la ruta tindrà un sentit diferent dins de la seva xarxa i la companyia voldrà operar el vol en unes franges horàries específiques:

- Servei point to point. El vol dona un servei aïllat de la resta de la xarxa de la companyia i per tant no s'ha de coordinar amb altres vols.
- Servei feeder. El vol alimenta un hub i per tant, ha d'arribar a l'aeroport de destí amb el temps suficient per a que el passatger pugui embarcar al següent vol que el portarà al seu destí.
- Servei matinal i nocturn. Té com a objectiu donar servei als viatgers per motiu de feina ja que amb aquest servei permet a l'usuari arribar a destí a l'inici de la jornada laboral i tornar al final del dia.

### 2.1.1.1 Comportaments en una regió multiaeroportuària

El document arriba a les següents conclusions respecte al comportament de les companyies aèries i els usuaris:

## State of the Art

---

### Companyies aèries

- Predilecció per a la consolidació dels serveis.
- Si una aerolínia veu perillar la seva hegemonia pot contrarestar creant una competència ferotge a la companyia rival. I.e, IAG crea Level per competir directament amb Norwegian per al mercat LCC de llarg radi a l'aeroport de Barcelona.(5)
- Els aeroports secundaris necessiten uns modes d'accés competitius per a que una companyia es plantegi transferir serveis a l'aeroport secundari des de el primer quan l'aeroport principal està congestionat.
- ULCC donen servei a una regió des d'un sol punt però companyies aèries més grans (incloses LCC) poden oferir serveis des de diferents punts de la regió.
- A causa de la limitació dels serveis oferts en els aeroports secundaris i la tendència de les companyies a consolidar els mercats per a evitar al màxim els riscos, els aeroports secundaris es poden veure perjudicats envers aeroports més grans on probablement, atesa la major oferta, els preus seran més competitius.

### Passatgers

- La paritat entre els preus del bitllet iguala una de les principals variables de decisió de l'usuari i per tant, reforça els aeroports principals envers els secundaris.
- Les avantatges de volar sense escales poden compensar l'increment del cost del bitllet, del cost d'accés i l'increment del temps d'accés. Un usuari pot trobar raonable incrementar generosament el seu temps d'accés (així com el cost) a canvi d'una millora important en el servei, sobretot si el servei es sense escales. Comparat amb el servei que pot trobar a l'aeroport més proper.
- Els aeroports secundaris poden retenir demanda local gràcies a la conveniència de la proximitat a l'aeroport en comparació amb altres aeroports amb uns serveis més competitius però que en contrapartida estan més allunyats.
- La percepció de que una determinada companyia té fiabilitat pot comportar que els usuaris prefereixin anar a altres aeroports amb major freqüència i diversitat del mercat.

## 2.1.2 Aparició d'aeroports secundaris

Philippe A. Bonnefoy, R. John Hansman. 2005. ***Emergence of secondary airports and Dynamics of regional airports systems in the United States***. International Center for Air, Report No. ICAT-2005-02 (6)

### Resum

Aquest document repassa l'aparició d'aeroports secundaris a les principals regions metropolitanes dels Estats Units i avalua els principals aspectes necessaris per a que es generin les dinàmiques per a la creació d'aquests aeroports. A la vegada analitza la dinàmica que es crea a nivell regional.

## State of the Art

### *La creació d'aeroports secundaris als inicis de la primera dècada del SXXI*

L'increment de la demanda de transport aeri porta a la necessitat d'incrementar la capacitat dels aeroports principals de cada territori per a evitar deficiències en la oferta i l'increment de la congestió.

Però a causa del creixement de les ciutats, que han acabat absorbint els aeroports metropolitans construïts a principis i mitjans del segle passat, i la pressió social per a evitar l'ampliació dels aeroports per motius mediambientals, la gran majoria d'aeroports principals europeus i americans es troben en una situació en la que no poden realitzar una ampliació de la oferta d'una manera senzilla i econòmica.

És en aquest escenari on apareix la possibilitat d'utilitzar aeroports regionals, situats a menys de 100km del centre de l'àrea metropolitana, per a descongestionar l'aeroport principal.

Aquests aeroports secundaris, que normalment tenen una oferta molt inferior a la seva capacitat total, tenen el rol d'absorbir la demanda que l'aeroport principal no es capaç d'acomodar en la seva oferta.

#### 2.1.2.1 Factors importants per a l'aparició d'un aeroport secundari

- Congestió a l'aeroport principal.

Es creu que la congestió a l'aeroport principal deguda a la manca de capacitat a les instal·lacions genera unes externalitats que degraden el nivell de servei, resultant en una pèrdua d'atractivitat de l'aeroport, tant per als viatgers com per a les companyies aèries. Aquesta pèrdua d'atractivitat implica una millora de l'atractivitat dels aeroports infrautilitzats que hi ha la regió i que no pateixen problemes de congestió.

- Entrada al mercat de noves companyies

Durant la investigació es va observar que la entrada d'una nova companyia al mercat (normalment una companyia low-cost) correspon amb l'aparició d'un aeroport secundari. A la Figura 4 es pot veure com l'entrada de Southwest a la regió metropolitana de Boston va implicar un augment directe dels passatgers als aeroports secundaris.

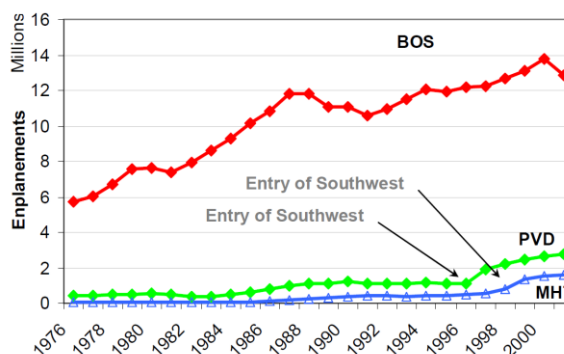


Figura 4. Embarcaments a l'aeroport de Boston-Logan (BOS), T.F. Green international Airport (PVD) i Manchester-Boston Regional Airport (MTH)

- Distribució de la població

La població i la seva distribució dins de la regió s'identifiquen com a un factor important que influencia en l'èxit dels aeroports secundaris.



## State of the Art

En funció de la distribució de la població i la localització dels aeroports podem identificar tres tipus de sistemes multiaeroportuaris.

En el cas de l'àrea metropolitana de Boston, el 38% de la població té l'aeroport de Boston-Logan com al més proper, mentre que un 20% té l'aeroport de T.F. Green International Airport.

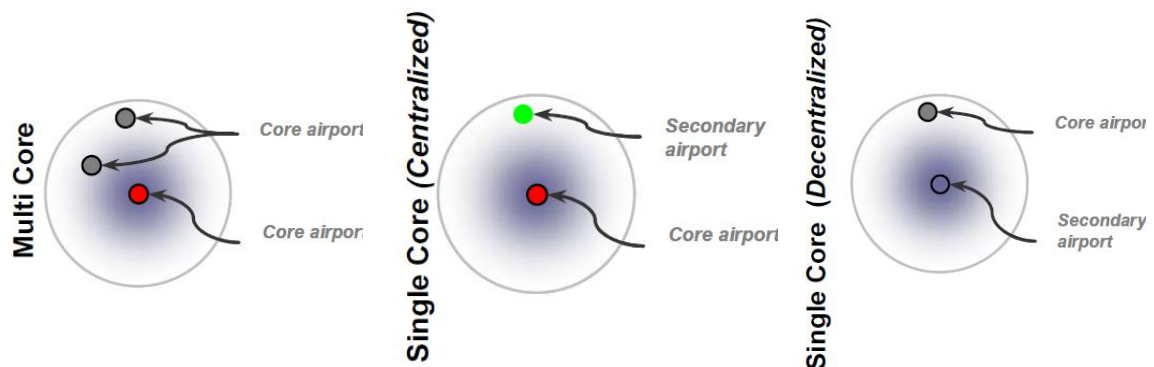


Figura 5. Sistemes aeroportuaris en funció de la localització dels aeroports respecte de la població.

- Connectivitat a l'aeroport principal

Es creu que l'aparició d'un aeroport secundari és més probable a aeroports on els passatgers de connexió no són predominants. L'aparició d'un aeroport secundari en una regió amb un aeroport on hi ha un gran hub d'operacions és complicada, ja que és molt difícil competir amb el nivell de servei que s'ofereix al aeroport principal. Aquest greuge s'incrementa quan no hi ha una demanda local i l'aeroport principal depèn principalment del trànsit de connexió.

- Beneficis econòmics d'operar a aeroports secundaris

Habitualment, operar a un aeroport secundari és més econòmic per a les companyies atès que les taxes aeroportuàries són més baixes que als aeroports principals i no hi ha problemes de congestió.

### 2.1.2.2 Dinàmica dels sistemes multiaeroportuaris

El diagrama que explica les dinàmiques que hi ha entre la demanda i la oferta en una regió multiaeroportuària es basa en dues variables:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atracció de l'aeroport per a les companyies aèries, depèn de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Distribució de la població</li> <li>▪ Infraestructura aeroportuària</li> <li>▪ Costos operacionals</li> <li>▪ Usuaris anuals a l'aeroport</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atracció de l'aeroport per als passatgers, depèn de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El temps total de viatge</li> <li>▪ Preu del bitllet</li> <li>▪ Accés a l'aeroport</li> <li>▪ Nivell de servei ofert a l'aeroport.</li> </ul> </li> </ul> |
|--|--|

L'aparició d'un aeroport secundari és pot deure a dos dinàmiques que s'expliquen en la Figura 6.



## State of the Art

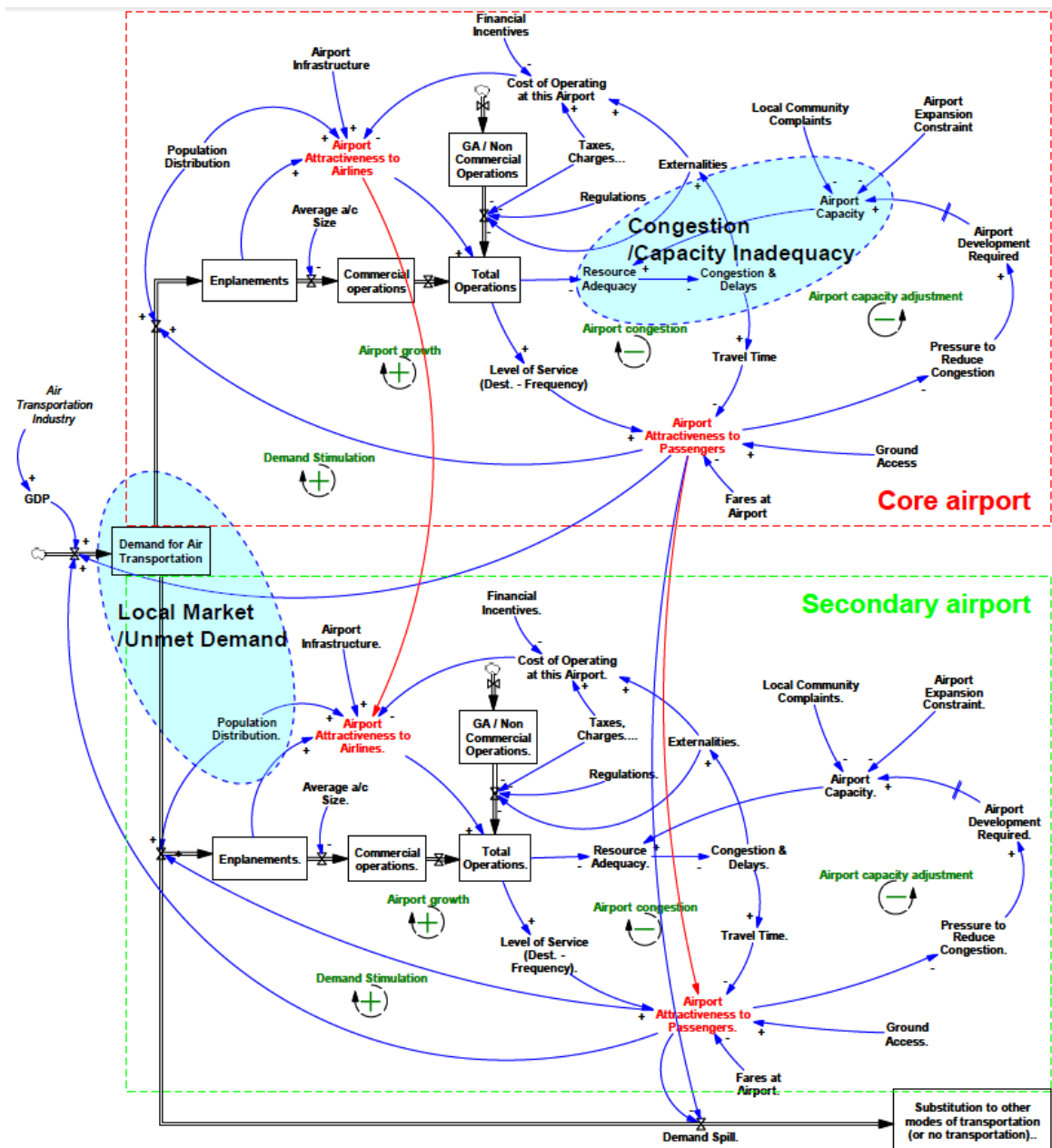


Figura 6. Model de la dinàmica d'un sistema multiaeroportuari amb els factors principals que influencien l'aparició d'un aeroport secundari.

### Congestió a l'aeroport principal

Redueix l'atractivitat de l'aeroport per als passatgers i per a les companyies aèries i millora l'atractivitat de l'aeroport secundari, generant una oportunitat per operar des de l'aeroport secundari. Aquesta oportunitat només es materialitzarà si una companyia decideix començar a operar des d'aquest aeroport secundari.

### Demanda local no coberta

En alguns casos es possible que hi hagi una demanda local propera a l'aeroport secundari que no estigui coberta per cap servei existent. Si una aerolínia decideix cobrir la demanda generarà la estimulació i el creixement de l'aeroport secundari.

### 2.1.3 Gestió coordinada d'un sistema multiaeroportuari

Takebayashi, Mikio. 2012. **Managing the multiple airport System by coordinating short/long-haul flights** *Journal of Air Transport Management*, nº 22 pag 16-20 (7)

Aquest paper analitza l'efectivitat de la regla perimetral (operar vols de curt radi als aeroports propers a la metròpoli i congestionats, i operar els de llarg recorregut al aeroport més llunyà i no congestionat) per a gestionar un sistema multiaeroportuari des de el punt de vista dels model de negoci de les companyies aèries i des de el punt de vista dels usuaris.

El paper estudia diferents escenaris de coordinació dels aeroports. Les troballes més destacables i extrapolables a aquest estudi són:

- Escenari on no hi ha coordinació. Tots els vols es poden operar des de qualsevol aeroport.
  - La dinàmica porta a la concentració dels vols de llarg recorregut a l'aeroport més proper. Si una companyia decideix operar els seus vols de llarg recorregut a l'aeroport més proper, la resta de companyies es veuen obligades a seguir els seus passos.
  - Les companyies pateixen el dilema del presoner.
  - Les companyies competeixen als dos aeroports per les rutes de radi curt.
- Escenari on els vols de llarg recorregut es concentren a l'aeroport proper i els de radi curt poden ser operats des de tots dos aeroports.
  - És l'escenari al que s'arriba si hi ha un mercat lliure tot i ser el pitjor escenari per a les companyies i els usuaris.
- Escenari on l'aeroport proper només opera vols de radi curt i el llunyà tot tipus de serveis.
  - Les companyies intenten concentrar al màxim els vols de radi curt a l'aeroport proper i congestionat ja que els usuaris són molt sensibles a les condicions d'accés
  - És l'escenari òptim

L'operativa de vols de llarg recorregut a aeroports amb limitacions de capacitat i congestionats redueix considerablement la eficiència de l'aeroport.

### 2.1.4 Expansió de l'aeroport o sistema multiaeroportuari.

Juan Carlos Martín, Augusto Voltes-Dorta. 2011. **The dilemma between capacity expansions and multi-airport Systems: Empirical evidence from the industry's cost function** *Transportation Research, Part E* 47 pag 382-389 (8)

Aquest paper analitza el dilema d'expandir l'aeroport existent o bé gestionar la demanda de la regió amb un sistema multiaeroportuari des de el punt de vista del gestor aeroportuari, que normalment serà el mateix gestor que operarà tots els aeroports dins del sistema multiaeroportuari.

## State of the Art

L'anàlisi conclou que als actuals nivells de producció dels aeroports principals l'economia d'escala no està exhaurida i, per tant, l'atomització del servei aeri sempre incrementarà els costos operatius del sistema.

El document es centra en els Sistemes multiaeroportuàries d'Europa, i analitza els costos que requereix operar el sistema en comparació amb aeroports de dimensions similars que no tenen aeroports secundaris a la zona. Així es compara la eficiència d'un sistema en comparació amb l'altre i es calcula l'estalvi que implicaria que la regió estigues coberta amb un sol aeroport (consolidation).

**Table 5**  
Efficiency estimates at European MAS (2008).

City	Airports	PAX	Efficiency	Comparable airports	Estimated savings (PPP USD)	
					Consolidation	Individual
Berlin	TXL THF SXF	21,405,505	0.32	0.76	167,834,000	91,546,000
London	LHR LGW STN LTN	116,158,774	0.67	0.87	517,462,000	336,348,000
Milan	MXP LIN BGY	35,357,643	0.44	0.78	189,298,000	122,487,000
Paris	CGD ORY	87,100,000	0.63	0.87	316,869,000	167,346,000
Rome	FCO CIA	40,018,165	0.51	0.78	163,843,000	133,502,000

*Taula 1. Eficiència dels Sistemes multiaeroportuàries europeus.*

Les conclusions que es poden extreure d'aquest document són:

- Operar els Sistemes multiaeroportuàries europeus amb un sol aeroport que consolidés tota la oferta seria més eficient que els sistemes actuals.
- Els usuaris i les operacions a l'aeroport d'Atlanta són del mateix ordre de magnitud que el conjunt del Sistema multiaeroportuari de París però el conjunt d'aeroports de París té 9km més de pistes d'aterratge i les terminals tenen un 40% més de superfície.
- Els sistemes multiaeroportuaris italians tenen un greu problema d'ineficiència a causa d'una demanda escassa i un excés de capacitat.
- L'alta eficiència del sistema londinenc es deu a l'alta congestió dels aeroports. Al 2009 LHR era l'aeroport amb més trànsit de passatgers internacionals i LGW l'aeroport operat amb una sola pista amb més passatgers del món.
- Es pot afirmar que la tecnologia actual encara té increments de rendiment d'escala (IRS) amb capacitats de 116 milions de passatgers anuals. Aquesta tesis es pot confirmar observant com avui dia hi ha aeroports que estan sent ampliat per a acomodar demandes del mateix ordre de magnitud.
- La tecnologia aeroportuària gaudeix de IRS als actuals nivells de producció i, per tant, el rendiment del sistema és inferior al rendiment observat a aeroports concrets a causa dels costos associats a l'atomització del trànsit aeri, aquests costos poden representar fins a un 36% dels costos dels gestors aeroportuaris.
- La dinàmica d'ampliacions de capacitat que s'observa al mercat va amb concordança amb el trobat a la recerca.

## 2.2 Disseny d'entrevistes per a realitzar una anàlisi de la demanda

Per poder enfocar l'estudi de mercat s'ha fet una recerca de la literatura relacionada amb el disseny d'investigacions exploratòries (entrevistes qualitatives) i el disseny d'enquestes per a modelitzar demandes de transport (entrevistes quantitatives).

### 2.2.1 Entrevista qualitativa

Niresh K. Malhotra. 2008. ***Diseño de la investigación exploratoria: investigación cualitativa*** Investigación de mercados, Capítulo 5 pag 140-179 (9)

#### Resum

Les dades primàries són aquelles dades que recopila l'investigador amb la finalitat específica de resoldre un problema específic. Aquestes dades poden ser qualitatives o quantitatives.

La investigació qualitativa proporciona coneixements i comprensió de l'entorn del problema, mentre que la investigació quantitativa busca quantificar les dades aplicant alguna anàlisi estadística.

La investigació quantitativa ha d'estar precedida per una investigació qualitativa adequada ja que un principi lògic de la investigació de mercats consisteix en considerar les dues formes d'investigació com a complementàries. "Quan no s'entén correctament el comportament subjacent d'interès, la simple quantificació no condueix a resultats importants."

	Investigació qualitativa	Investigació quantitativa
<i>Objectiu</i>	Aconseguir un enteniment qualitatiu de les raons i motivacions subjacents.	Quantificar les dades i generalitzar els resultats de la mostra a la població d'interès.
<i>Mostra</i>	Número petit de casos no representatius	Número gran de casos representatius.
<i>Recol·lecció de dades</i>	No estructurada	Estructurada
<i>Anàlisi de les dades</i>	No estadístic	Estadístic
<i>Resultat</i>	Establir una comprensió inicial	Recomanar un curs d'acció final

*Taula 2. Característiques de la investigació qualitativa i quantitativa*

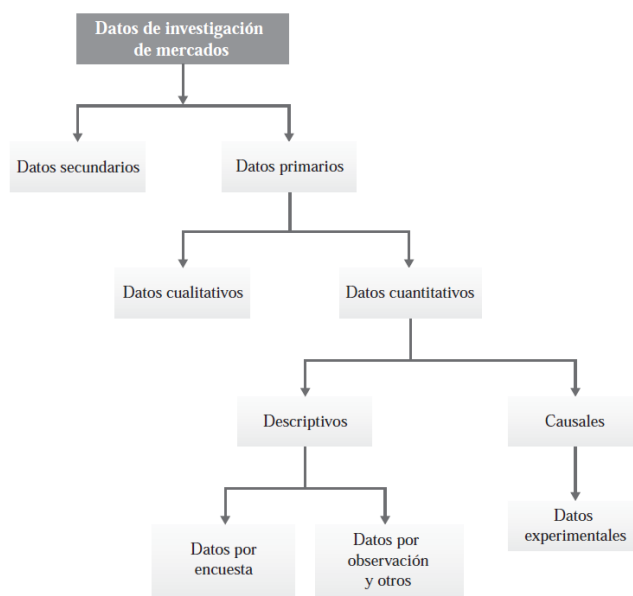


Figura 7. Classificació de les dades de investigació de mercats.

### 2.2.2 Entrevista quantitativa

Espino Espino, Raquel; Ortúzar Salas, Juan de Dios; Román García, Concepción. 2004. **Diseño de preferencias declaradas para analizar la demanda de Viajes** Estudios de Economía Aplicada, vol 22, núm. 3, diciembre 2004, pp. 759-793 (10)

#### Resum

La necessitat d'adaptar l'oferta de transport a la demanda ha donat lloc al desenvolupament de models que es basen en l'anàlisi del comportament individual dels usuaris del sistema. Aquests models, anomenats models de demanda desagregada, s'alimenten de dos tipus de dades: les preferències declarades (PD) i les preferències revelades (PR).

Les PR expressen les decisions observades dels individus en funció dels principals atributs que expliquen la utilitat de les diferents alternatives de transport en situacions reals. Alternativament, les PD tracten de deduir les preferències individuals per a una sèrie de situacions hipotètiques construïdes per l'investigador.

- Aspectes generals de la modelització amb PD
  - Es pot evitar l'existència de correlació entre variables.
  - Permet incorporar atributs i alternatives no disponibles en el moment de l'exercici.
  - Es pot aïllar l'efecte d'un determinat atribut així com considerar variables latents.
  - El conjunt d'elecció es pot pre seleccionar.
  - Es poden evitar els errors de mesura de les variables de nivell de servei.

## State of the Art

---

- No es pot assegurar que l'individu es comporti com diu que ho farà durant l'enquesta.
- Els exercicis de PD han de ser plausibles i realistes per a que l'entrevistat s'impliqui al joc correctament.
- Tipus d'errors:
  - Biaix d'afirmació. L'entrevistat contesta, de manera conscient o inconscient, el que creu que l'entrevistador vol escoltar.
  - Biaix de racionalització. L'entrevistat racionalitza les seves respostes amb l'objectiu de justificar el seu comportament.
  - Biaix polític. L'entrevistat creu que es poden realitzar determinades accions en funció dels resultats de l'enquesta i, per tant, contesta amb l'expectativa d'influir en la decisió política.
  - Biaix de no restricció. A la hora de contestar, l'entrevistat no té en compte totes les restriccions que afecten al seu comportament, de manera que les seves respostes no són factibles.

### 2.2.2.1 Construcció de l'exercici de Preferències Declarades

Per a la construcció de l'exercici s'han de generar tres elements:

- La situació en la que es troba l'individu i que constitueix el context de decisió. Aquest context pot ser una situació real (ie. Un viatge que realitza habitualment) o bé hipotètica (ie. Se li planteja un viatge futur).
- Alternatives entre les que pot escollir l'individu. Aquestes alternatives poden ser hipotètiques o reals i es presenten amb un conjunt d'atributs associats a cada alternativa.
- Forma en la que l'individu pot declarar la seva preferència.
  - Jerarquització. Es presenten les opcions simultàniament a l'individu i les ha d'ordenar en funció de les seves preferències, de més adient a menys.

Al endreçar les opcions, l'individu està jerarquitzant els valors de la utilitat que té cada alternativa. S'ha de tindre en compte que hi haurà opcions que mai seran escollides per l'usuari però que tindran una posició al ranking tot i no ser una opció viable. Pot generar problemes de confidència en les dades (Pompilio, 2006)

- Escalament. L'individu expressa el seu grau de preferència per a cada opció donant una puntuació a cada una de les alternatives.

Segons Pompilio (2006), és molt difícil interpretar el significat de la diferència entre puntuacions i que al realitzar aquest tipus d'exercici és molt probable que s'obtinguin mesures esbiaixades o invalides.

## State of the Art

---

- Elecció. L'individu selecciona l'opció que considera més bona entre el set d'alternatives. És la forma més senzilla de realitzar enquestes ja que es considera el tipus més semblant a com l'individu realitzar el procés de selecció a la realitat.

Per a no forçar a l'enquestat a seleccionar una opció quan cap de les proposades li convé, es pot deixar l'opció "cap de les alternatives".

Un dels aspectes més importants de qualsevol experiment de PD és la selecció dels atributs a considerar, les unitats dels atributs adimensionals i el nivell de variació de cada atribut.

El número d'atributs a considerar per a cada joc no ha de ser molt elevat ( $<5$ ) per a evitar l'efecte fatiga (Carson et al., 1994). A més s'ha de tindre en compte que normalment els canvis en l'elecció estan determinats per els efectes principals, segons Louviere (1988)(11): el 80% o més de la variància de les dades s'explica per els efectes principals.

La definició dels nivells de variació s'ha de fer tenint en compte que en funció dels nivells disponibles es pot acabar esbiaixant els resultats.

Finalment, s'ha de presentar un set de situacions d'elecció a cada individu suficientment gran com per a que capturi les interaccions principals entre les variables. Això si, la literatura recomana no presentar més de 10 situacions.

## 2.3 Models de demanda

### 2.3.1 Models d'elecció d'aeroport

#### 2.3.1.1 Mixed Multinomial Logit

Hess, Stephane. 2004. ***An analysis of airport-choice behaviour using the Mixed Multinomial Logit***, Centre for Transport Studies(12)

En aquest document s'analitza la modelització de la presa de decisió a l'hora d'escollir aeroport de sortida a la badia de San Francisco.

La modelització parteix de 21.000 enquestes de preferències revelades realitzades a viatgers amb origen un dels 4 aeroports localitzats a la regió. Després de netejar les dades amb els criteris dels investigadors la base de dades va quedar en 6.678 enquestats.

#### Variables del model

S'analitza l'ús de les següents variables: Preu del bitllet, Freqüència, temps d'accés, cost d'accés, temps de vol, número de companyies que ofereixen la ruta, el equipatge utilitzat i la congestió a cada aeroport.

Les variables amb una major significança són Preu del bitllet, freqüència i temps d'accés.

Els coeficients de preu i freqüència tenen un valor determinista però el coeficient del temps d'accés es realitza amb una distribució aleatòria del coeficient. Per a evitar problemes de signes s'utilitza la distribució lognormal tot i tenir el potencial de donar problemes de convergència o desviacions estàndards elevades.

## State of the Art

---

Per a tenir en compte els beneficis marginals en la utilitat de la millora d'algunes variables passats cert llindar (ie augmentar la freqüència de vols quan ja hi ha més de 8) s'intenta crear funcions d'utilitat no lineals però només s'aconsegueix no-linealitzar la variable de la freqüència.

### Models

Es proven models lògit multinomial i lògit multinomial mixt, es creen constants específiques per a cada alternativa amb la intenció d'afegir la mitja de l'error causat per la utilitat no observada.

Aquesta constant específica s'ha de normalitzar en funció d'una alternativa, en models MMNL és important escollir apropiadament aquesta alternativa ja que pot portar a error.

Amb l'intenció de millorar el model es divideix a la població en subgrups que la literatura indica que tenen gustos. Es divideix a la població en funció del motiu de viatge i de si és un visitant de la regió o un resident.

### Resultats

L'ús de models MMNL permet a l'investigador tenir en compte la variació de la utilitat mitjançant distribucions estadístiques.

La segmentació de la població permet trobar diferències en la sensibilitat a les variables i per tant millorar la predicció del comportament de cada sector.

Atesa la agregació dels preus dels bitllets hi ha una tendència a la atenuació de la sensibilitat al preu dels bitllets envers del temps d'accés. Aquest fet també es pot explicar per l'associació de temps d'accés majors al risc de perdre l'avió.

#### 2.3.1.2 Mixed Multinomial Logit

Erwin A, Blackstone. 2006. **Determinants of Airport Choice in a Multi-Airport**, *Atlantic Economic Journal*(13)

La modelització és realitza a partir de 1100 enquestes telefòniques realitzades al hinterland de l'aeroport de Philadelphia. L'enquesta preguntava sobre experiències passades a l'hora de viatjar amb avió.

Els enquestats expressen generalment que busquen preus del bitllet baixos però analitzant les dades es veu que els usuaris no realitzaven recerques exhaustives d'alternatives i no basaven la seva decisió final en la diferència de tarifes.

El model només és basa en l'elecció de l'aeroport i no es centra en l'elecció de companyia. que s'utilitza és del tipus prohibit amb una funció d'índex basada en la diferència dels beneficis i costos marginals de cada alternativa.

Els resultats obtinguts destaquen:

- L'ús en el passat d'un aeroport secundari fa més probable que l'usuari torni a volar des d'un aeroport secundari.
- Tot i que els enquestats creien que trobar un bitllet econòmic és important per a prendre una decisió, la realitat es que no juga un paper important a l'hora de triar aeroport. Això és deu a que



## State of the Art

---

la variació de preus entre bitllets en un mateix avió pot ser superior a la variació que hi ha entre companyies aèries o entre aeroports.

- Si el cost del temps és elevat, l'estalvi que suposa un bitllet més econòmic és pot veure contrarestat per l'augment en el temps d'accés.
- L'usuari més freqüent té més probabilitats de volar des de qualsevol aeroport. Això pot ser perquè, normalment, són els usuaris més informats i més sensibles a la utilitat dels aeroports.

### 2.3.2 Comparació de models

Es realitza un Benchmark dels models d'elecció discreta trobats a la literatura:

**State of the Art**

ARTICLE	MODEL	NIVEL DE DEFINICIÓ DEL MODEL	ENQUESTA-DADES	VARIABLES	MÈTODE D'ESTIMACIÓ. MODEL	LIMITACIONS
<b>HESS, STEPHANE (2005)</b>	Elecció discreta d'aeroport al sistema multiaeroportuari de la badia de San Francisco	Modelitza rutes aèries cobertes des de els tres aeroports de la badia de San Francisco, incloses destinacions amb múltiples aeroports.  Diferencia usuaris per tres raons: residència (local o visitant), renda i motiu del viatge (lleure o laboral).	1995 Airline Passenger Survey, realitzada per el Metropolitan Transport Comission. Preferències revelades 9924 respostes  Dades sobre el nivell de servei de les rutes obtingudes de BACK aviation solutions	Preu del bitllet Freqüència Temps d'accés	MMNL	No te en compte l'elecció de companyia aèria.  No modelitza l'elecció del mode d'accés a l'aeroport.  Complexitat de trobar la distribució estadística de les variables
<b>BLACKSTONE, ERWIN A. (2006)</b>	Elecció discreta d'aeroport al sistema multiaeroportuari de Philadelphia	L'elecció discreta d'aeroport d'origen	Enquesta telefònica de preferències revelades 1100 respostes	Sexe, Edat, Renta, Ha utilitzat un altre aeroport?, Distància fins l'aeroport, Vols internacionals, Vols sense escales, Transport públic, estacionament, Consells de l'agència de viatge, L'usuari compara preus?	Probit model	-
<b>ESPINO, RAQUEL (2004)</b>	Elecció de mode de transport als corredors principals de l'illa de Gran Canaria a partir d'un estudi de preferències declarades	Elecció de mode de transport	Exercici de preferències declarades amb un estudi pilot previ. 345 enquestes útils	Preu Temps Freqüència Cost de l'estacionament Comoditat	Model logit jerarquitzat	Requereix un tractament elevat de les dades per a eliminar respostes errònies. Els resultats poden variar en funció del criteri utilitzat per eliminar respostes.

### 3 Anàlisi del Sistema aeroportuari català

Els principals aeroports que componen el sistema aeroportuari català són: l'Aeroport Josep Tarradellas Barcelona-El Prat, BCN d'ara en endavant, l'Aeroport de Girona-Costa Brava, GRO d'ara en endavant, l'Aeroport de Reus, REU d'ara en endavant, l'aeroport de Lleida-Alguaire, ILD d'ara en endavant, i l'aeroport de la Seu d'Urgell, LEU d'ara en endavant.

ILD i LEU estan gestionats per Aeroports de Catalunya, mentre que els altres quatre aeroports ho estan per AENA.

ILD i LEU no formen part de l'anàlisi atès el seu poc impacte en el mercat aeri català. ILD opera una ruta anual a Mallorca; dues en temporada d'estiu a Eivissa i Maó; i vols xàrter a UK durant la temporada d'hivern.

A causa de la situació geogràfica de LEU, en un altiplà entre muntanyes, i les seves dimensions; no s'ha pogut mantenir l'operació regulars de rutes i actualment s'ofereixen serveis d'aerotaxi.

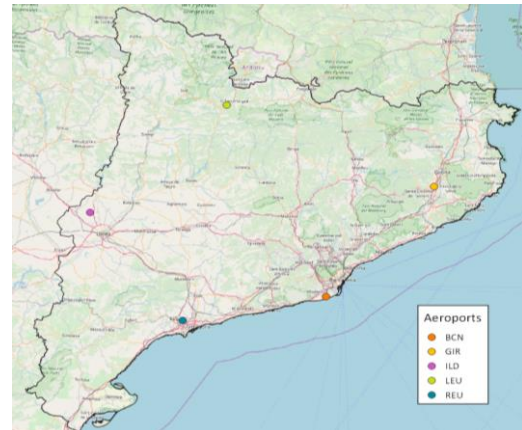


Figura 8. Aeroports principals de Catalunya.

#### 3.1 Història

En els darrers 25 anys BCN ha multiplicat per 5 els seus passatgers anuals i GRO i REU han multiplicat per 3 i 1.4 el seu volum anual des de l'any 2000. Els motius d'aquest increment són:

- La liberalització de l'espai aeri europeu a finals de la dècada dels 80
- La popularització de Barcelona després dels jocs olímpics de Barcelona 92
- La consolidació de Catalunya com a destinació turística internacional, l'increment dels creuers amb origen/destí a el port de Barcelona
- La postulació de l'àrea metropolitana de Barcelona com a un dels principals motors econòmics del sud d'Europa.
- L'increment del poder adquisitiu de la població de Catalunya

##### 3.1.1 Barcelona

Així BCN, conegut popularment com l'aeroport d'El Prat, ha sigut sempre l'aeroport principal de la regió i és on l'any 1919 es va establir la primera ruta aèria comercial d'Espanya. La ruta connectava Toulouse amb Casablanca fent escala a Perpinyà, Barcelona, Alacant, Málaga, Tànger i Rabat. Aquesta ruta estava operada per la Compagnie Latécoère. (14)

La història més recent de l'aeroport està marcada per les següents fites: (15)

## **Anàlisi del Sistema aeroportuari català**

---

- 1974. Inici del pont aeri i connexió ferroviària.
- 1992. Remodelació de la Terminal 1, augment de la capacitat fins als 17Mpax/any (PDABCN) .
- 2001 i 2003. Ampliació de la Terminal B i A respectivament.
- 2004. Inauguració de la pista 25L/07R. Augment de les operacions fins a 90op/h
- 2009. Inauguració de la nova terminal 1. Augment de la capacitat fins als 55Mpax/any.
- 2010. Entrada de Ryanair a l'aeroport de Barcelona.
- 2020. Remodelació del sud de la terminal 1.

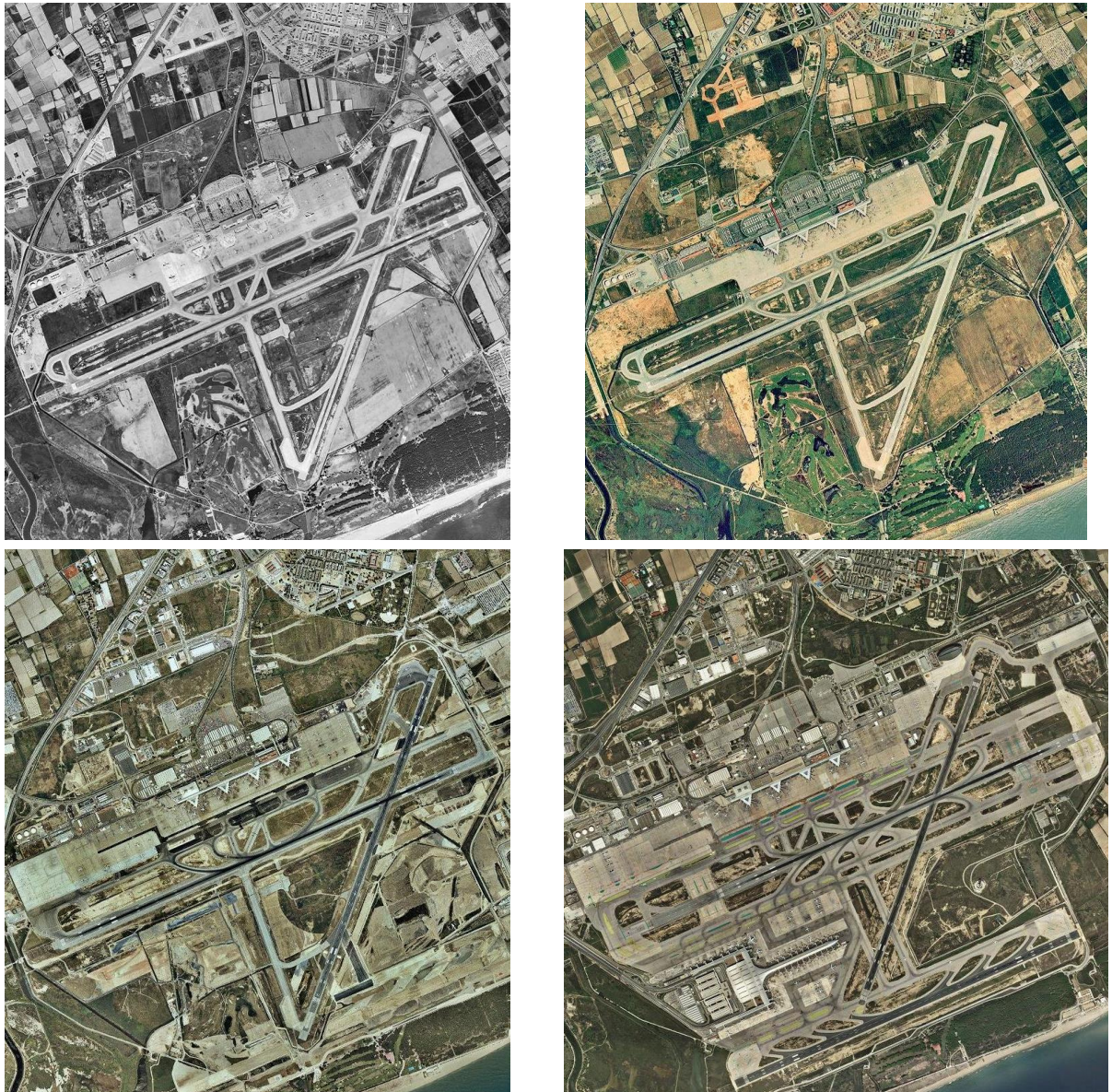
Durant els primers anys del s.XX l'aeroport, va patir greus problemes de saturació fins a la inauguració de la nova pista i la nova terminal, tot i que aquest fet va coincidir amb l'inici de la recessió econòmica i la reducció dels passatgers a l'aeroport.

És en aquest context, ampliació important de la capacitat de l'aeroport i reducció del volum de passatgers anuals, en que es decideix permetre a Ryanair instal·lar-se a la Terminal 2 de l'aeroport al Setembre de 2010.

En els últims 5 anys l'aeroport ha incrementat els vols intercontinentals gràcies a l'obertura de bases d'operacions de companyies de baix cost i llarg radi com Norwegian i Level; i l'obertura de noves rutes a Nord Amèrica, Sud Amèrica, a Orient mitjà i al Sud-est asiàtic.



## **Anàlisi del Sistema aeroportuari català**



*Figura 9. Ortofoto de l'aeroport del prat en diferents moments històrics. 1990 (sup-esq), 1993 (sup-dreta), 2003 (inf-esq) i 2015 (inf-dreta). Font: icgc..*

### **3.1.2 Girona**

Al 1957 la diputació de Girona inicià els tràmits per a obrir un aeroport a la província, al 1965 s'inaugurà l'aeroport de Girona-Costa Brava. (16)

El primer vol comercial es realitza l'any 1967. Durant els primers anys és realitzen diferents ampliacions per a acomodar la creixent oferta, fins l'any 1975 quan l'aeroport es tanca per a ampliar la pista i condicionar-la als avions a reacció de l'època, a l'hora s'amplien les instal·lacions d'estacionament.

Tot i l'increment de passatgers, gràcies als vols xàrters estiuencs, a finals de la dècada dels 70/ inici de la dècada dels 80 s'inicia la pèrdua de vols regulars, que migren a Barcelona; i de vols xàrters, que migren



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

cap a altres destinacions del Mediterrani. Abans de la reducció del trànsit, l'any 1983 s'assoleixen els 830.000 passatgers.

L'any 2003 Ryanair instal·la una base d'operacions a l'aeroport.

Gràcies a l'expansió de les companyies LCC i Ryanair,, l'aeroport assoleix els 5,5 Mpax l'any 2008, convertint-se en la cinquena base d'operacions de Ryanair per número de rutes durant la dècada 2007-2017 (anna aero, 2017).(17)

A causa de la crisi i l'ampliació de BCN, del 2008 al 2016 GRO ha patit un decreixement constant del número de passatgers, aquest fet es constata amb que l'any 2017 Ryanair només operava el 36.4% del màxim de rutes que va arribar a operar.

Al setembre de 2019, Ryanair va anunciar el tancament de la seva base d'operacions a l'aeroport de cara al 2020. (18)



Figura 10. Ortofoto de l'Aeroport de Girona-Costa Brava. 1986 (esq), 2016 (dreta). font: icgc.

### 3.1.3 Reus

L'origen de la instal·lació ve de l'any 1935, quan l'Aeroclub de Reus va construir el seu camp d'aterratge a la zona on actualment es troba l'aeroport de Reus. Durant la Guerra Civil, s'hi va instal·lar un aeròdrom militar i després de la guerra l'aeroport va continuar exercint com a base militar. (19)

L'any 1952 és pavimentada l'actual pista 07/25 i al 1957 s'obre l'aeroport al trànsit aeri nacional. Durant les següents dècades es generalitzen els vols xàrter i durant la dècada dels 70 és construeix i s'amplia l'edifici terminal de passatgers i noves plataformes d'estacionament per a aeronaus comercials.

L'exèrcit abandona les instal·lacions a l'Octubre de 1998



## **Anàlisi del Sistema aeroportuari català**

L'any 2003 comencen a operar companyies de baix cost i l'aeroport experimenta un creixement del trànsit de passatgers. D'acord al creixement del trànsit: s'executa un nou edifici per a arribades al 2005, al 2008 s'inaugura l'edifici de facturació i al 2010 s'acaba la nova zona d'aparcament.



*Figura 11. Ortofoto de l'Aeroport de Reus. 1946 (sup-esq), 1956 (sup-dreta), 1993 (inf-esq) i 2015 (inf-dreta). font: icgc.*



## 3.2 El sistema avui en dia

### 3.2.1 Perfil de l'oferta

BCN és l'aeroport principal del sistema. L'any 2018 va transportar 50.172.457 passatgers (20), superant així la barrera dels 50 Milions. El mateix any, Girona va transportar 2,019,876 passatgers i Reus en va transportar 1,037,576, sent així l'aeroport amb menys volum de passatgers dels tres.

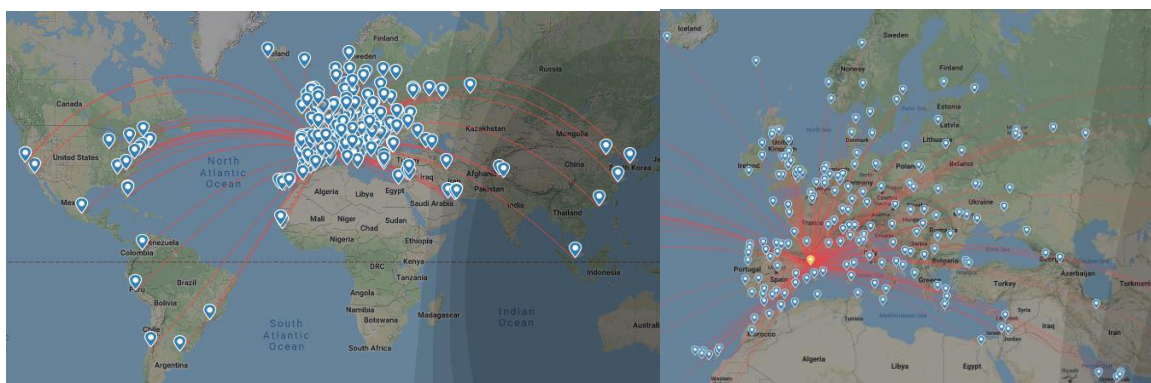


Figura 12. destins des de BCN la setmana 37 del 2019. font: flightradar24.com (21)

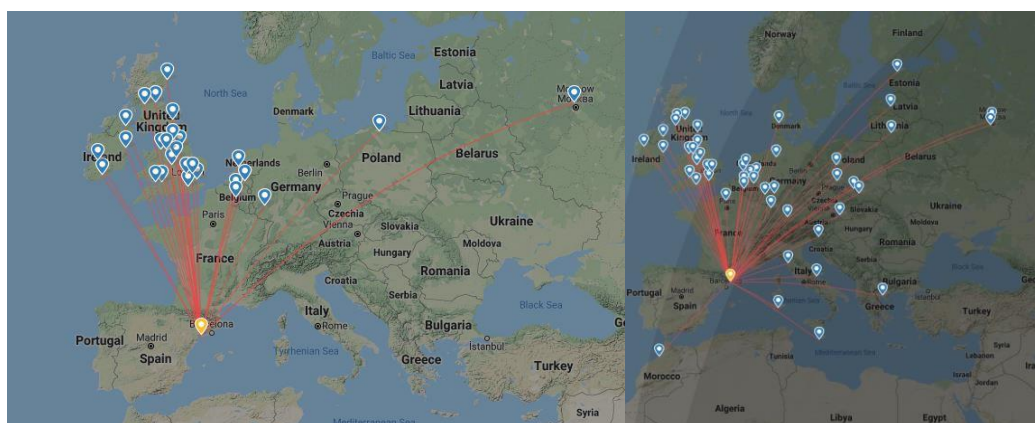


Figura 13. destins des de GRO (esq) i REU (dreta) la setmana 37 del 2019. font: flightradar24.com

Pel que fa al número de rutes, l'any 2018 a BCN es van operar 379 rutes(22), de les quals 325 internacionals i 69 fora del continent europeu. Aquestes rutes van connectar BCN amb 219 destinacions, de les quals 190 internacionals i 46 fora del continent europeu.

En canvi, el número de rutes que es van operar des de GRO i REU van ser 71 (23) i 53 (24) respectivament. Com és pot veure a la Figura 13, totes les rutes són internacionals i principalment donen servei a les illes britàniques, el Benelux i l'est d'Europa.

Pel que fa a la distribució del volum de passatgers al llarg de l'any 2018, El mercat dels tres aeroports té una tendència a la estacionalitat. A GRO i REU el 89% i el 96% del trànsit va ser durant la temporada d'estiu. Al mes de juliol els passatgers de GRO van representar el 5,4% del total del sistema i els de REU el 3,4%, però al mes de febrer, el pitjor de l'any), aquest percentatge es va reduir fins al 1.2% a GRO i 2.3% a REU. GRO tot i tindre més destinacions i rutes, durant els mesos d'hivern té un volum inferior a REU. 23milpax vs 47milpax.



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

BCN, també té una estacionalitat important, però els usuaris que passen per l'aeroport durant la temporada d'estiu "només" representen el 66% del total quan la temporada té una duració del 58% dels mesos de l'any. El mes de febrer històricament ha sigut el pitjor mes de l'any tot i que és quan es realitza el Mobile World Congress.

D'aquesta alta estacionalitat es pot deduir que el mercat aeri dels aeroports de GRO i REU s'origina principalment per l'atracció com a destí de lleure dels habitants del nord d'Europa.

### Monthly traffic evolution

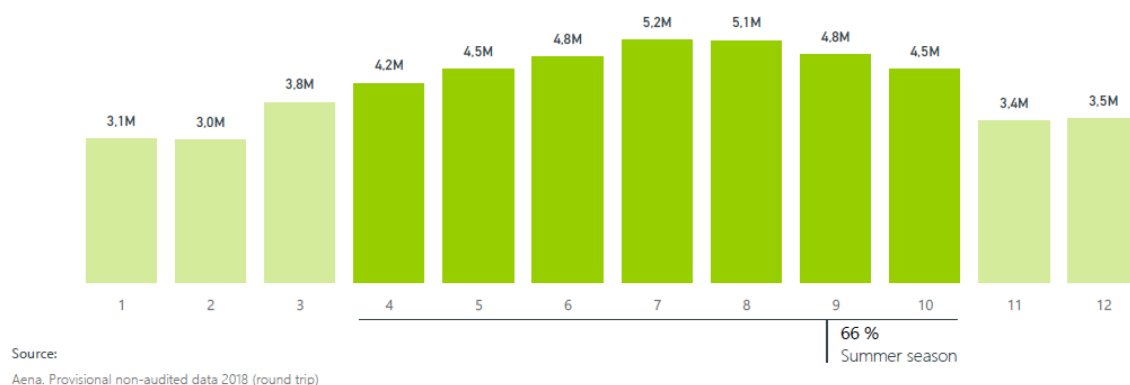


Figura 14. Trànsit mensual a BCN.

### Monthly traffic evolution

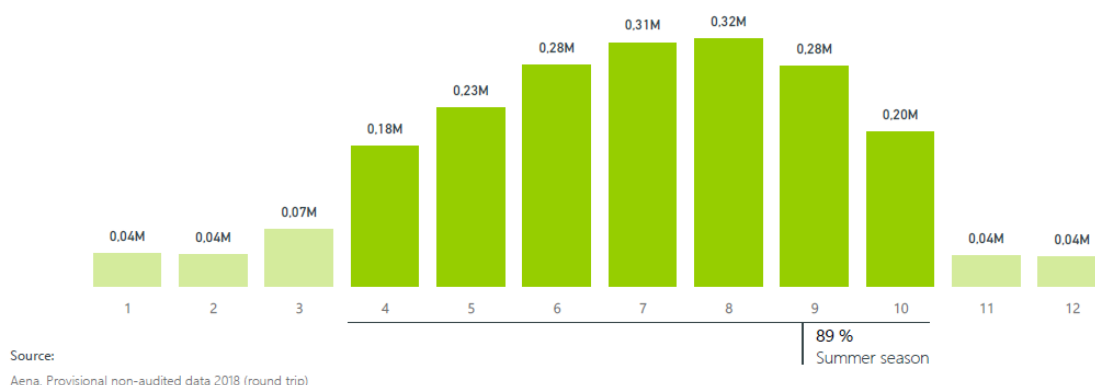


Figura 15. Trànsit mensual a GRO.

### Monthly traffic evolution

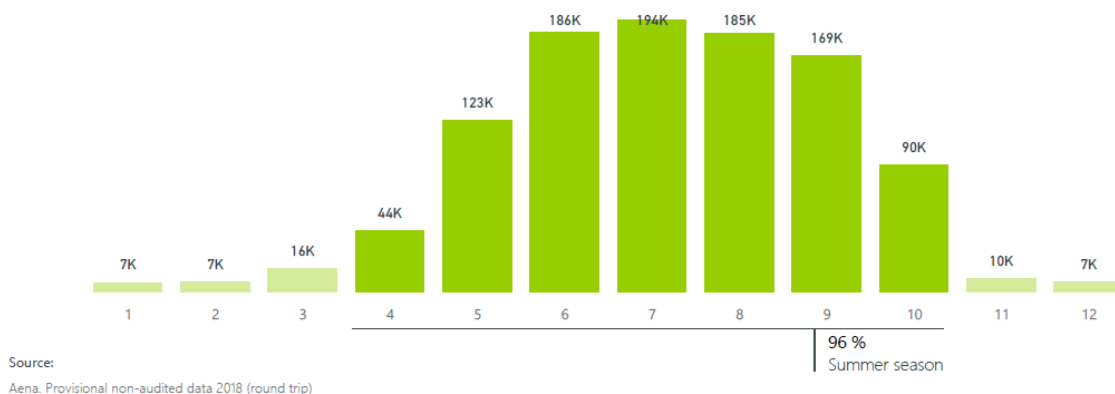


Figura 16. Trànsit mensual a REU.

## **Anàlisi del Sistema aeroportuari català**

---

La destinació més popular a BCN és AS Madrid-Barajas amb 2,47 Mpax seguida de P.Mallorca (2.04Mpax) i London Gatwick (1,56Mpax). A GRO, la ruta amb més volum és PISA (0.112Mpax) i a REU ho es Dublin (0.125Mpax)

Així, la companyia amb més usuaris i rutes a BCN és Vueling, filial de IAG. Vueling té establerta la seva base operativa i hub principal a Barcelona des d'on opera 118 rutes de curt radi. A la Figura 17 es pot veure com BCN és un aeroport operat principalment per companyies low-cost. A destacar la posició de Norwegian que opera des de BCN una base d'operacions de curt-radi i de llarg-radi aprofitant el nou mercat que s'està obrint amb el low-cost transoceànic, d'aquesta manera Norwegian aprofita les sinèrgies del mercat aeri Barceloní per a oferir BCN com a destí i simultàniament com a hub intercontinental.

Paral·lelament IAG, per a fer la competència a Norwegian, ha començat a operar des de BCN un seguit de rutes low-cost transatlàntiques amb la seva filial LEVEL. IAG també aprofita el hub d'operacions de Vueling per a alimentar els vols intercontinentals de LEVEL.

També es interessant veure com Lufthansa amb dues destinacions (FRA i MUC) és la cinquena companyia en número de passatgers. Això és deu al model de negoci de la companyia basat en centralitzar les operacions en dos aeroports ("hub n spoke"), obligant als usuaris a realitzar una escala en un dels dos hubs però que li permet ser la tercera companyia del món en Beneficis sent la onzena companyia per número d'avions (Forbes, 2018 (25) i World Airline Report 2019 (26))

Com es veu a la Figura 18 i a la Figura 19, als aeroports de GRO i REU la companyia amb més usuaris i rutes és Ryanair. A més, la companyia té una base d'operacions a GRO.

Ryanair opera el 58% de les rutes i transporta al 71% dels passatgers que passen per l'aeròdrom.. Tot i això, la companyia irlandesa ha anunciat que tancarà la base d'operacions al gener de 2020.

A REU el 22% dels passatgers són de vols xàrter. Aquest fet recalca l'estacionalitat del mercat i la seva besant turística.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català



Figura 17. Principals companyies aèries que operen a BCN.

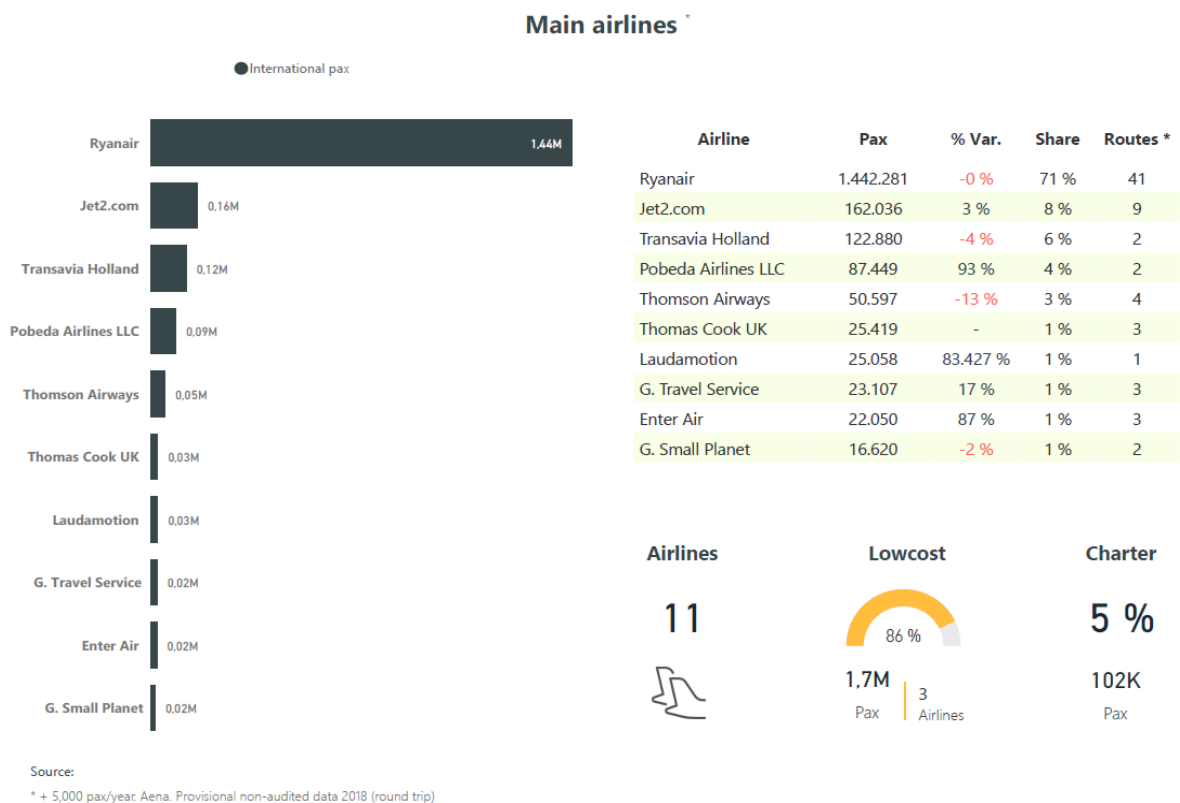


Figura 18. Principals companyies aèries que operen a GRO.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

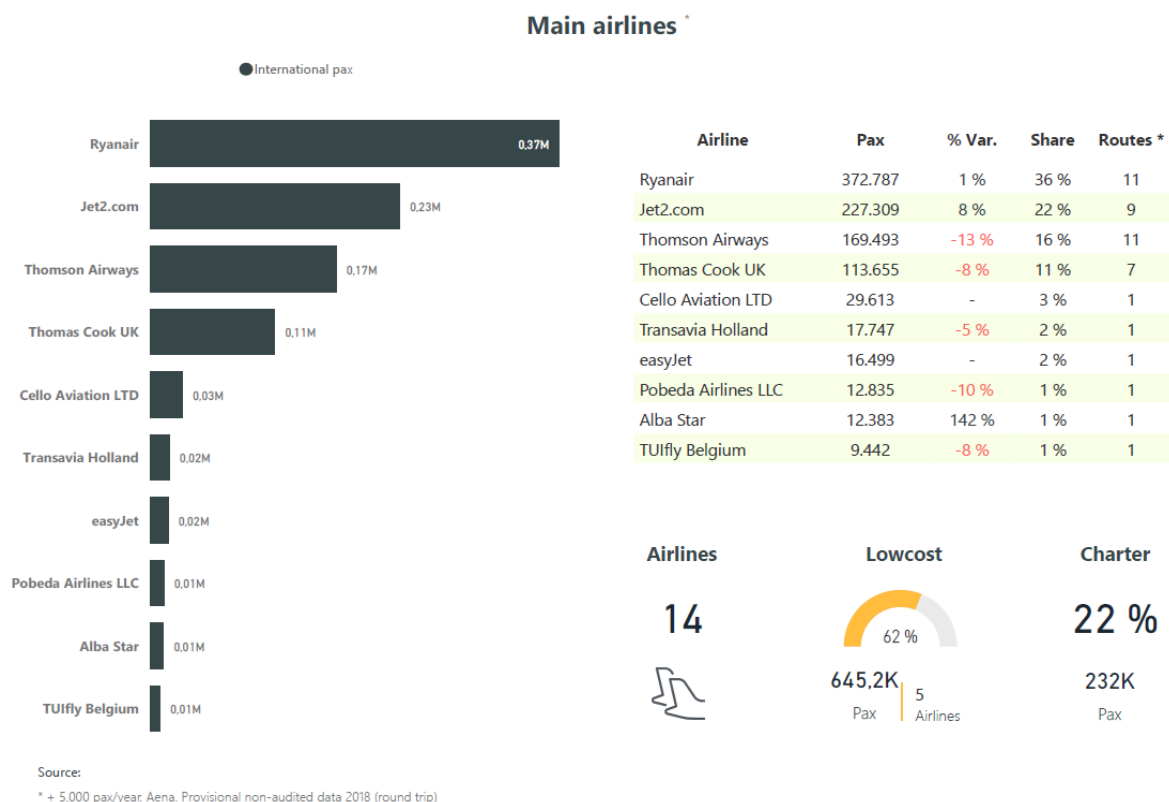


Figura 19. Principals companyies aèries que operen a REU.

### 3.2.2 Perfil de l'usuari

En quant als passatgers, Aena disposa de les dades obtingudes de l'enquesta EMMA 2018. El resum de l'anàlisi de les dades obtingudes es troba a la Figura 20.

Així és pot comparar el perfil dels usuaris dels tres aeroports. Es pot veure com dels tres aeroports BCN és l'únic amb un percentatge consistent d'usuaris que viatgen per motius laborals (el 22%), mentre que a GRO i REU els usuaris que viatgen per motius de lleure i/o per motius familiars són la majoria, concretament el 90% i el 98% respectivament. A BCN aquests usuaris representarien el 71%.

Aquestes dades indiquen que els aeroport secundaris del sistema actualment donen servei a un mercat aeri de lleure. Això es reafirma observant el tipus de companyies que operen als dos aeroports, principalment low-cost i vols xàrter. A més, si s'observa l'estacionalitat del volum de passatgers, es pot concloure que el mercat es concentra en el mercat de lleure durant la temporada d'estiu.

A BCN aquesta tendència també existeix però, mirant la Figura 14 es veu com l'estacionalitat no es tant marcada com als altres aeroports del sistema.

Si s'analitza la residència dels usuaris dels aeroports també es poden extreure dades interessants,

A BCN; el 43% dels passatgers són residents a l'estranger, un 39% són usuaris de la província de Barcelona i el 18% restant són residents de la resta d'Espanya.

D'aquesta distribució és pot extreure que aproximadament el 39% dels usuaris van a BCN com a aeroport d'origen i aproximadament el 43% hi van com a aeroport de destí. El 18% restant no és pot

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

saber si han començat el seu viatge o han anat a BCN ja que no és extravagant suposar que hi ha residents de províncies properes a Barcelona que prefereixen accedir a l'aeroport per medis terrestres i volar directament a la seva destinació que fer-ho des de el seu aeroport més proper i haver de fer una escala. (ACRP, report 98, 2013). Els residents de la regió d'Occitània també poden estar influenciats per aquest fenomen per a vols de llarg recorregut.

A GRO, el 79% dels usuaris són residents a l'estranger, un 11% són residents de la província de Girona i el 11% restant ho són de la resta d'Espanya.

D'aquesta distribució és pot extreure que la gran majoria dels usuaris van a GRO com a aeroport de destí (fins a un 79%), tot i que s'ha de tindre en compte que la regió d'Occitània forma part del Hinterland de l'aeroport. Els usuaris provinents de la pròpia província de Girona són el 11% i el 10% restant segurament són usuaris de províncies properes atrets a l'aeroport per motius com: preus competitius, temps d'accés a l'aeroport, nivell de servei acceptable o millor oferta que a la seva província. També és pot extreure que, com a màxim, el 10% dels usuaris són residents de la província de Barcelona.

Finalment, a REU 95% dels usuaris són residents a l'estranger, mentre que només un 3% ho són de la província de Tarragona.



Figura 20. Perfil dels usuaris de BCN, GRO i REU.

La distribució dels motius de viatge, conjuntament amb l'origen dels usuaris dels aeroports de GRO i REU referma que el mercat aeri dels aeroports secundaris és pràcticament l'atracció com a destí estiuenc de vacances de turistes procedents del nord d'Europa, especialment de les illes britàniques. A més, els usuaris de l'àrea metropolitana de Barcelona i Lleida que decideixen volar des de els aeroports de GRO i REU són com a màxim el 10% dels usuaris a GRO i el 2% a REU, amb això és pot dir que els aeroports secundaris pràcticament només cobreixen la demanda local, i principalment la demanda local com a destí.

### 3.2.3 Capacitat

Un dels principals motius per la generació, i sustentació en el temps, d'un sistema multiaeroportuari és el nivell de servei dels aeroports principals. Si l'aeroport principal té uns índex de congestió elevats, a causa d'una capacitat inadequada de l'aeroport, el nivell de servei de l'aeroport es degrada resultant en una reducció de la utilitat de la infraestructura per als usuaris i les companyies aèries. Aquesta degradació provoca que els aeroports propers, infrautilitzats i sense problemes de congestió guanyin atractiu com a aeroport on operar (Bonnetfoy, 2005)(6)

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

La capacitat dels aeroports del sistema és resumeix en la següent taula:

	BCN	GRO	REU
Capacitat de la terminal	T1. 30Mpax/any T2. 23Mpax/any	Sortida. 2.900pax/hora Arribada. 1.900 pax/hora	Sortida. 900pax/hora Arribada. 900 pax/hora
Capacitat del sector aire	Sortides. 38 op/hora Arribades: 40 op/hora	Sortides. 12 op/hora Arribades. 12 op/hora	Sortides. 10 op/hora Sortides. 10 op/hora
Capacitat anual de passatgers estimada	55Mpax/any	7.2Mpax/any	1.6Mpax/any
Estacionament d'aeronaus comercials	183 estacionaments (73 passarel·les telescòpiques)	18 estacionaments	10 estacionaments

Taula 3. Capacitat operativa dels aeroports del sistema multiaeroportuari. Font: AENA

Barcelona, tot i tenir una capacitat màxima del sector aire de 90 operacions/hora, l'operativa actual màxima és de 78 operacions/hora, restringida per problemes mediambientals.

Si s'observen el número d'operacions/hora que es van realitzar el 5 d'agost de, es pot concloure que durant l'hora punta del matí i l'hora punta de la tarda, les operacions s'apropen al límit de 78 i durant 7 hores es van realitzar més de 60 operacions/hora.

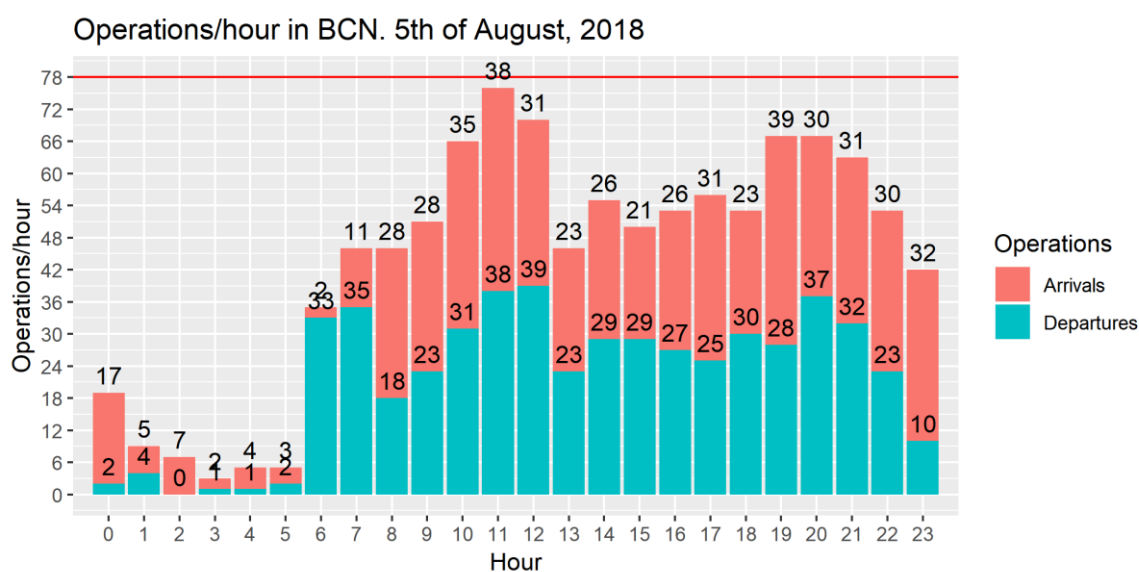


Figura 21. Operacions/hora a BCN el 5 d'agost de 2018. Font: flightradar (21)

Durant dues hores del dia es van programar el màxim nombre de sortides i durant 8 hores es van superar les 30 operacions/hora en sortida. Durant 9 hores del dia es van superar les 30 operacions/hora en arribades. L'aeroport pateix un estres durant les hores punta del dia però encara té marge per a encabir operacions durant les hores vall.

Una idea més clara de la congestió és pot obtenir si analitzem els retards que pateixen les operacions de sortida a l'aeroport. Al web flightstats (27) es pot trobar el Percentatge de vols de sortida de cada mes del darrer any amb retards superiors a 15 min dels principals aeroports del món.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

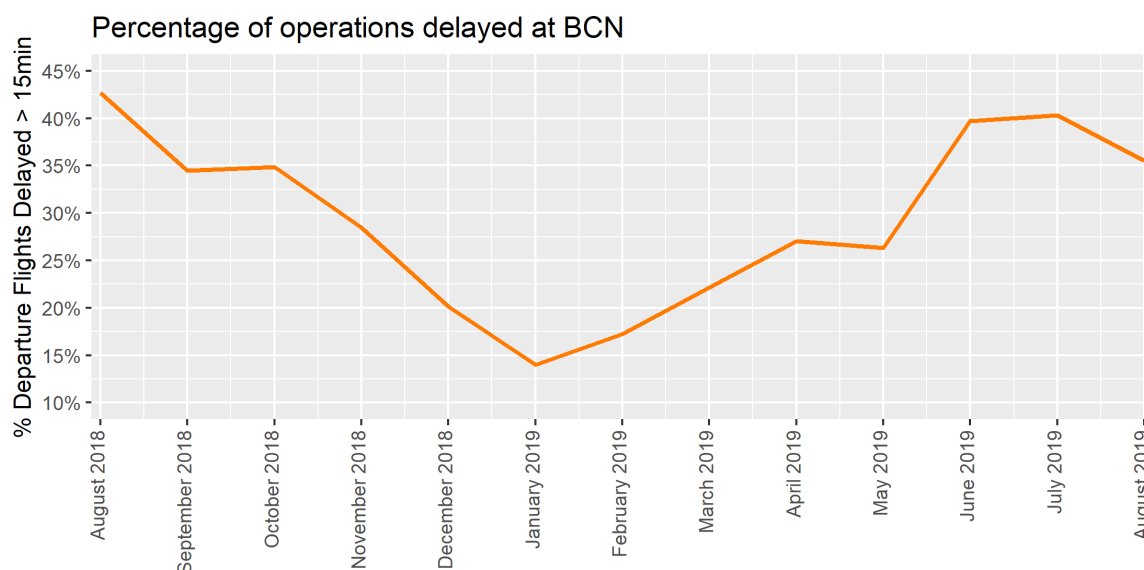


Figura 22. Percentatge de sortides a BCN amb retards superiors als 15 min.

Barcelona, inclús en temporada d'hivern manté un % de sortides amb retard de gairebé el 15% i a l'agost del 2018 els avions que sortien amb un retard superior als 15 minuts va pujar fins a gairebé 5 de cada 10 avions.

A la Figura 23 es grafia els vols amb retards contra el número d'enlairaments del mes. A la temporada d'estiu els vols amb retards són un percentatge superior a la temporada d'hivern. Per tant es pot dir que a major volum d'operacions incrementa la probabilitat de patir reduccions en la qualitat del servei.

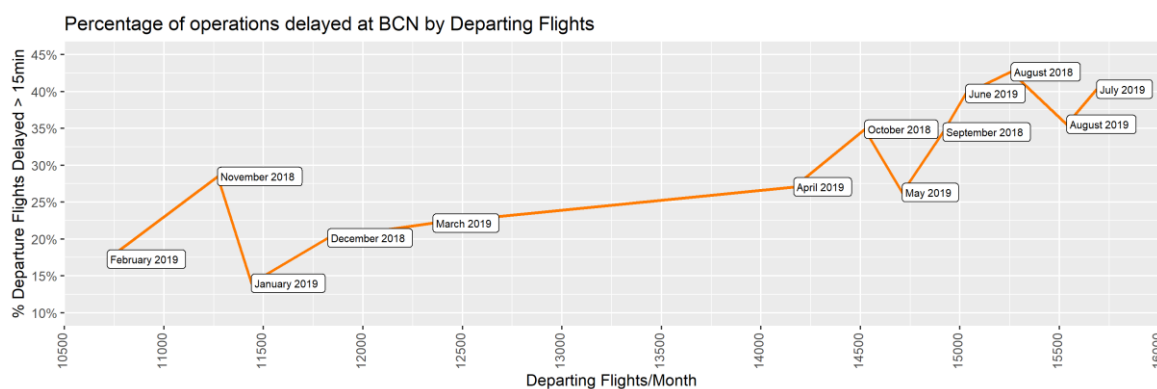


Figura 23. Percentatge d'enlairaments a BCN amb retards superiors als 15 min segons el volum de sortides del mes.

Durant el darrer any, BCN ha mantingut nivells de retards elevats durant tot els mesos però a l'estiu aquests poden arribar a afectar a més del 35% dels vols. Això es pot deure a congestió al propi aeroport, congestió de l'espai aeri, problemes meteorològics, problemes operacionals de la companyia o a problemes de capacitat de l'aeroport (també es pot deure a una mala gestió de la capacitat de l'aeroport).

Sense una anàlisi més en detall no es pot concloure si els retards es deuen a problemes de capacitat de l'aeroport però es pot afirmar que un major número d'operacions mensuals augmenta la probabilitat de patir retards i que no es pot assolir el límit de la capacitat de l'espai aeri de BCN sense que això provoqui una reducció en la qualitat del servei.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

En definitiva, l'aeroport principal del sistema comença a mostrar signes de congestió en els mesos amb més afluència de passatgers i sobretot en determinades franges horàries però encara té marge per a créixer en operacions a les hores vall i en els mesos d'hivern.

### 3.2.4 Accés

Als aeroports del sistema s'hi pot accedir amb vehicle privat o bé amb transport públic. L'oferta de transport públic als aeroports de GRO i REU es realitza amb línies regulars d'autobús mentre que a BCN hi ha una oferta més variada.

#### 3.2.4.1 Cotxe

Les connexions dels aeroports per carretera és bastant bona ja que GRO i REU estan connectats a l'AP-7 i BCN té accés a la C-32.

A la Figura 24 es poden veure les isòcrones en vehicle privat des de l'aeroport de BCN. Els temps calculats són considerant un flux viari sense congestió. Exceptuant Lleida i Figueres, les principals ciutats de Catalunya tenen un temps d'accés a l'aeroport inferior als 90 min. Gairebé tota la regió metropolitana de Barcelona té un temps d'accés inferior als 45 min. Les principals zones d'atracció turística fora de Barcelona queden parcialment cobertes amb un temps d'accés de 90 min però l'Alt Empordà així com els Pirineus i les Terres de l'Ebre queden fora.

A la Figura 25 es pot veure com les comarques d'interior de Barcelona i la Catalunya Nord tenen un temps d'accés inferior als 90 minuts. Barcelona té un temps d'accés inferior als 75 minuts. A destacar que gairebé tot el Maresme i el Vallès tenen uns temps d'accés inferiors als 60 minuts, i en alguns casos de 45 minuts, mentre que per accedir a BCN, el temps d'accés és de 45 minuts.

Finalment, les zones que tenen un temps d'accés inferior als 90 min a Reus són les Terres de l'Ebre, el Penedès, Lleida i Barcelona que queda just dins de la isòcrona 90 min.

S'hi es vol accedir en cotxe i aparcar el cotxe a l'aeroport els preus són els indicats a la següent taula:

	BCN (28)		GRO (29)	REU (30)
	Pàrquing General	Llarga estada		
1 dia	19 €	14 €	10 €	10 €
2 dies	28 €	26 €	13 €	19 €
3 dies	37 €	32 €	18 €	28 €
4 dies	46 €	38 €	23 €	36 €
5 dies	70 €	44 €	34 €	47 €
6-9 dies	75 €	49 - 64 €	38 - 42 €	54 -58 €
10-15 dies	80 €	69 €	42 €	58 €
16 dies	90 €	74 €	42 €	58 €

Taula 4. Preus dels Pàrquings gestionats per AENA als aeroports. font: AENA.



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

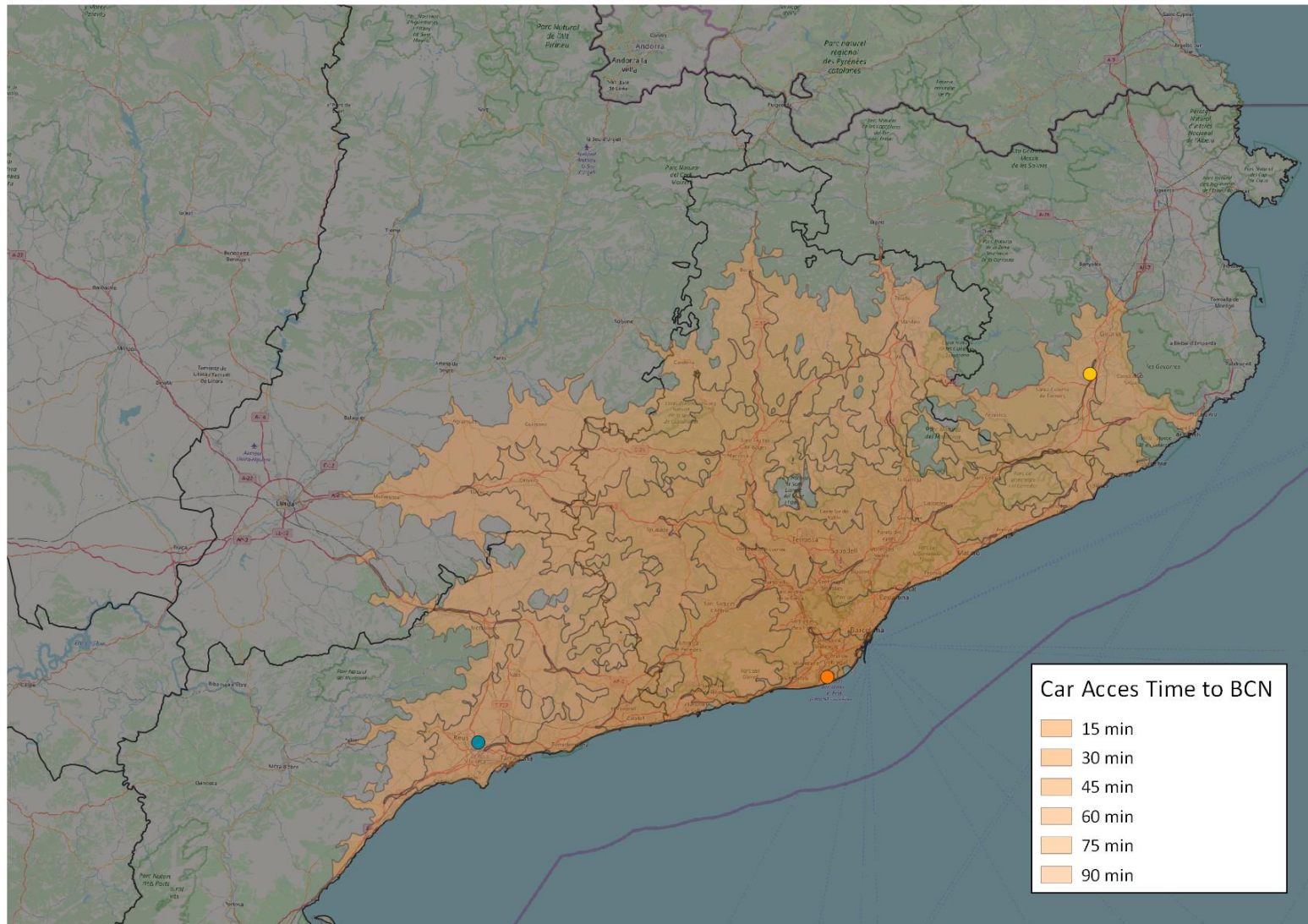


Figura 24. Temps d'accés en vehicle privat a l'aeroport de JT Barcelona-El Prat. font: OSM & Qgis.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

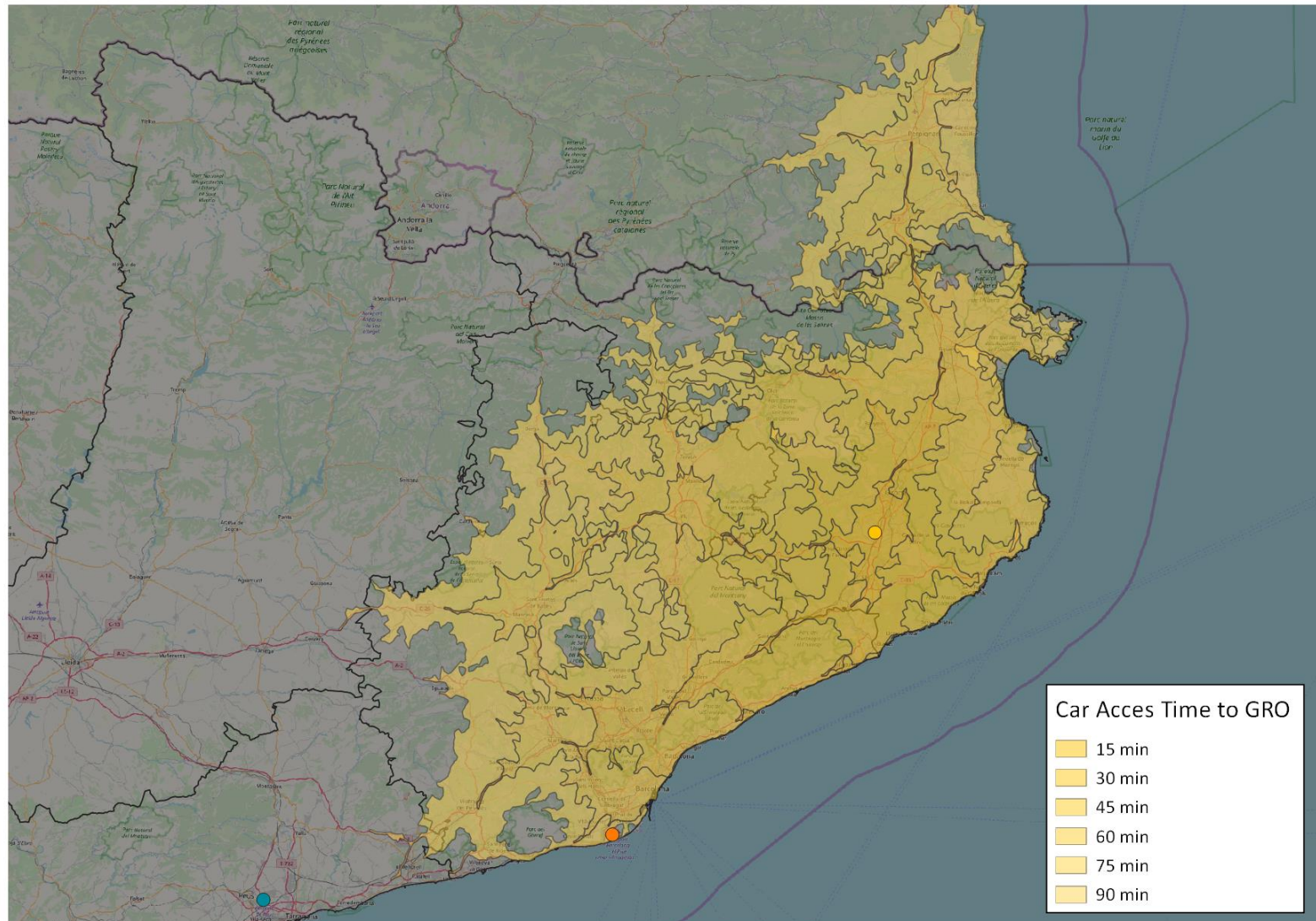


Figura 25. Temps d'accés en vehicle privat a l'aeroport de Girona-Costa Brava. font: OSM & Qgis.



## **Anàlisi del Sistema aeroportuari català**

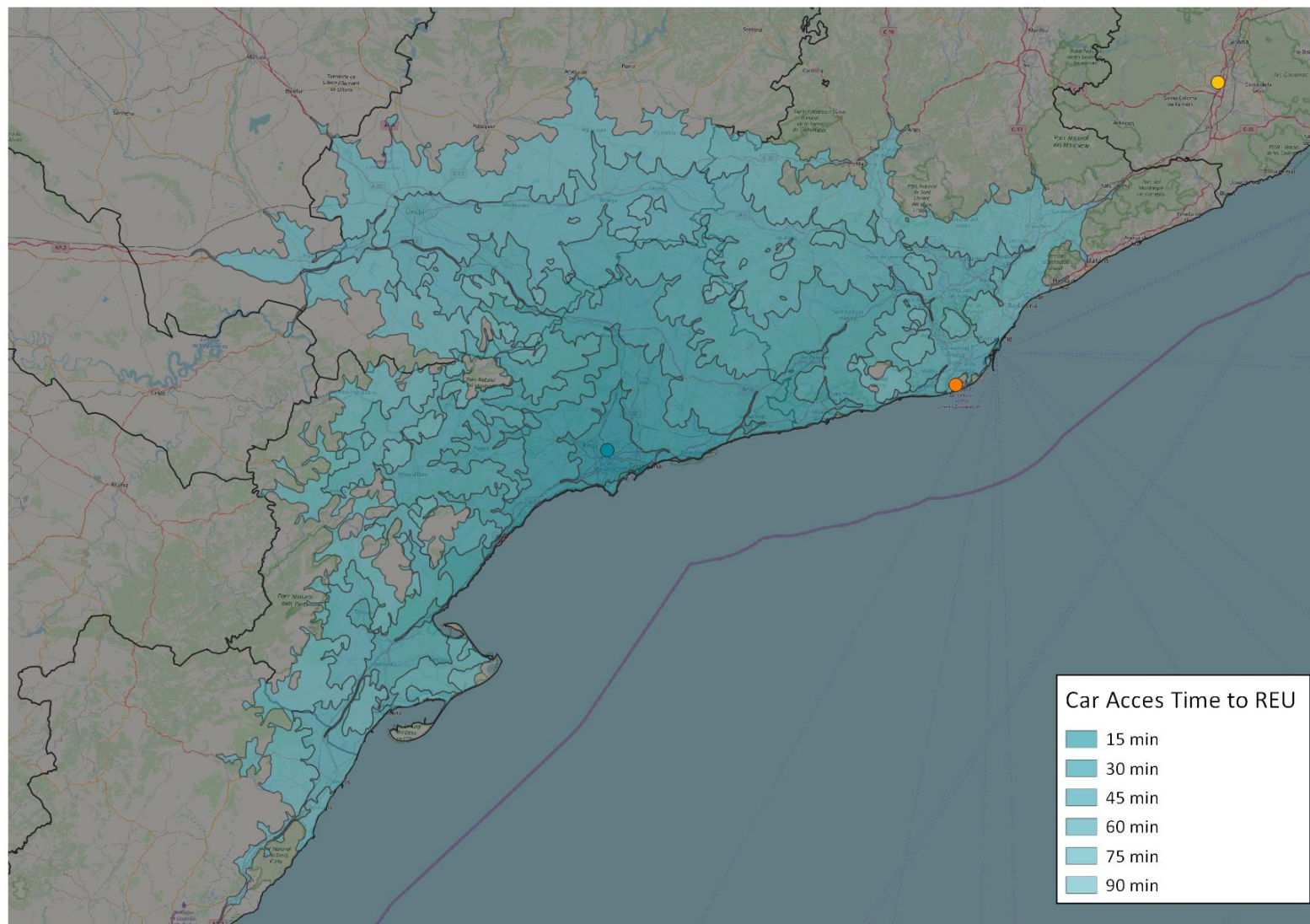


Figura 26. Temps d'accés en vehicle privat a l'aeroport de Reus. font: OSM & Qgis.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

### 3.2.4.2 Transport públic

Als aeroports hi ha un seguit de línies d'autobús que donen servei de forma regular a la Figura 29, Figura 30 i Figura 31 es pot veure un plànol amb les parades de les línies d'autobús i el temps d'accés des de les parades fins l'aeroport segons informació extreta dels operadors.

- BCN (28)

A Barcelona a més de les línies d'autobús hi ha la Línia de metro L9sud i el servei de rodalies R2. La és un esquema del transport públic que arriba fins l'aeroport JT Barcelona – El Prat.

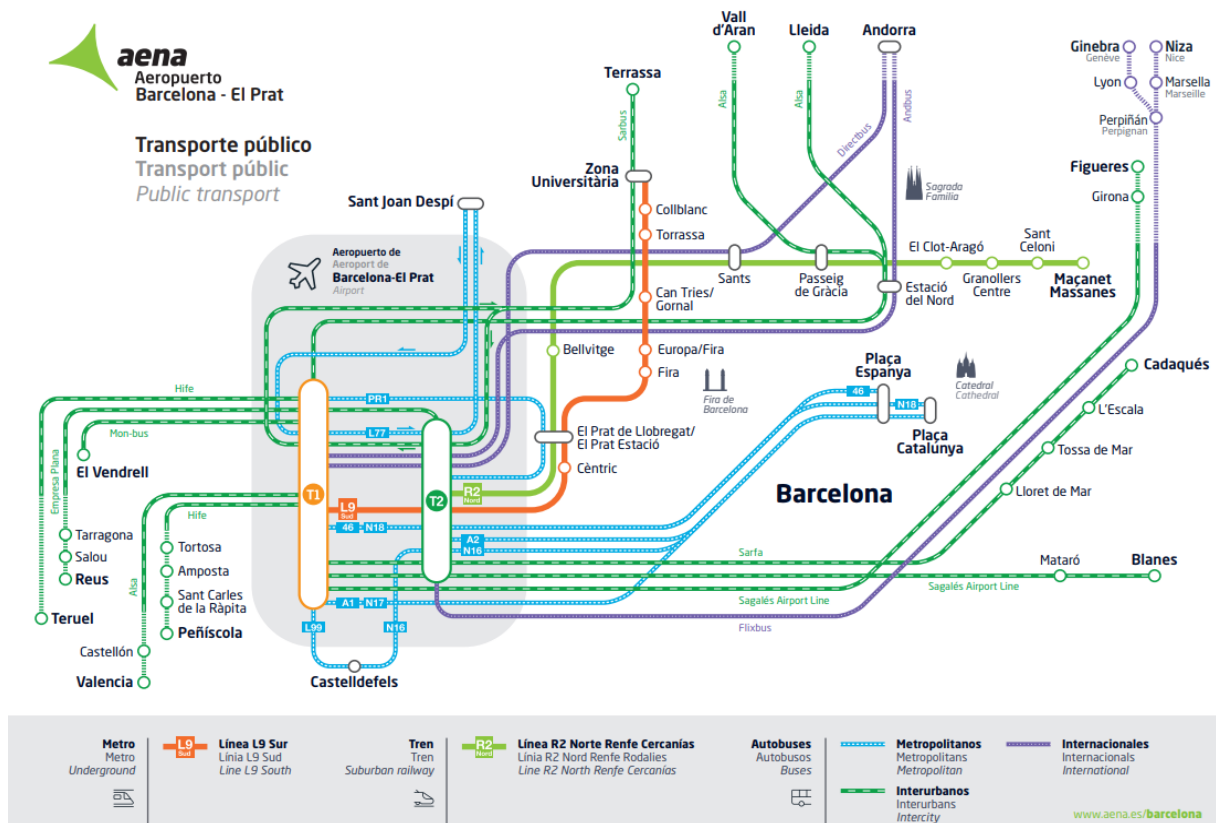


Figura 27. Infogràfia del transport públic de BCN. font: AENA.

- GRO (29)

- Blanes – Lloret – Tordera – Maçanet – Sils – Aeroport de Girona – Girona
- Lloret de Mar – Aeroport de Girona
- Matarò – Maresme – Blanes – Aeroport
- El Prat – Barcelona – Aeroport de Girona – Girona – Figueres
- Aeroport de Girona – Girona
- Aeroport de Girona – Roses

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

- Línia de bus de l'Eix Transversal. Lleida – Tàrrrega – Cervera – Manresa – Vic – Aeroport de Girona – Girona.
- Línies internacionals a Tolosa, Montpeller, Marsella, Lio, Carcassona Nimes i Perpinyà.
- REU (30)
  - Línia 50 dels autobusos urbans de Reus.
  - e4 Reus-Tarragona de la xarxa Exprés.cat
  - Aeroport de Reus – Salou – La Pineda – Cambrils – Port Aventura.
  - Aeroport de Reus – Barcelona Sants

### 3.2.4.2.1 Accés ferroviari a l'aeroport de JT Barcelona-El Prat (31), (32)

L'aeroport de Barcelona té una línia de rodalies (R2) que connecta la Terminal 2 amb l'estació de Sants i segueix per el Vallés Oriental fins a Granollers. Per accedir amb tren fins la Terminal 1 s'ha de fer un transbord a la Terminal 2 i agafar l'autobús llançadora entre les dues terminals. Tenint en compte que aquest tren té una freqüència de 30 minuts i que triga 17 minuts des de Sants fins a la Terminal 2, s'ha realitzat un càlcul del temps d'accés amb les principals línies de Rodalies, Regionals i trens d'alta velocitat que arriben fins a Sants o l'estació intermodal d'El Prat. El temps de transbord a Sants s'ha extret de la web de renfe ja que la pràcticament tots els serveis arriben a Sants al mateix minut de cada hora (i.e. el tren de l'aeroport passa per sants al minut 9 i al minut 39 de cada hora). El resultat és pot veure a la Figura 32 i la Taula 5.

Origen	Barcelona Sants	Terminal 2
Sants	-	17min
Barcelona Psg Gràcia	5min	24min
Sitges	37min	54min
Mataró	46min	1h 10min
Terrassa	48min	1h 9min
Girona (AV)	41min	1h 28min
Tarragona (AV)	1h 5min	1h 52min
Lleida (AV)	1h 8min	1h 50min
Perpinyà (AV)	1h 21min	1h 43min
Zaragoza (AV)	1h 50min	2h 32min
Montpellier (AV)	2h 50min	3h 16min
Toulouse (AV)	3h 10min	3h 49min
València (AV)	3h 19min	4h 6min
Marseille (AV)	4h 39min	5h 26min

Taula 5. Temps d'accés amb tren a la Terminal 1 de BCN. Els orígens amb (AV) indica que hi ha un tram del trajecte realitzat amb tren d'Alta Velocitat. font: renfe

L'inconvenient d'accedir amb tren a l'aeroport és que per arribar a la Terminal 1, on es troben la majoria dels vols internacionals, s'ha d'agafar l'autobús llançadora entre les dues terminals. Això deixarà de ser un problema l'any 2021 quan està previst que s'inauguri el nou accés ferroviari a l'aeroport. No millorarà els temps fins la Terminal 2 però permetrà accedir a la Terminal 1 sense transbords.



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

La integració de la Terminal 1 dins del sistema ferroviari de Catalunya comportarà una millora important de l'accés a la terminal en transport públic per als usuaris que viuen fora de Barcelona. Si el tren que arriba fins l'aeroport prové de la R4 o la R1 permetrà als usuaris de la línia evitar un transbord i millorar el temps d'accés. (Ishii et al, 2009) (4) va concloure que petits canvis en el temps d'accés poden provocar canvis importants en la demanda d'un aeroport

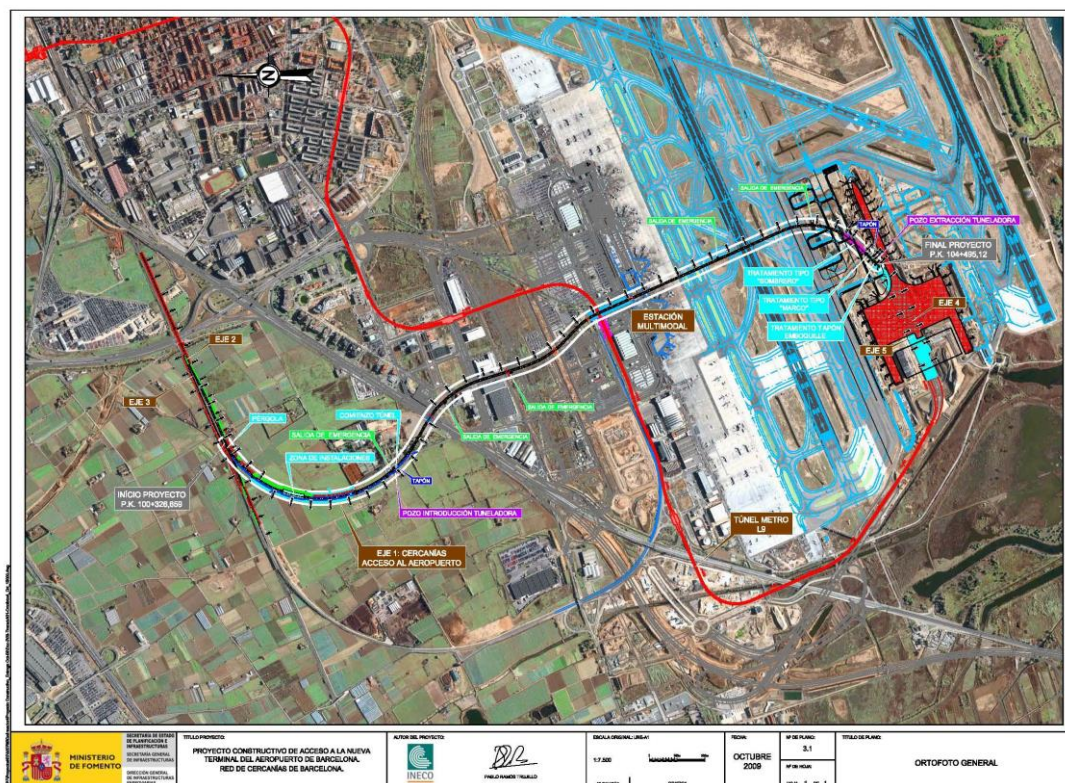


Figura 28. Plànol general del projecte constructiu dels nous accessos ferroviaris a l'aeroport de Barcelona. (33)

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

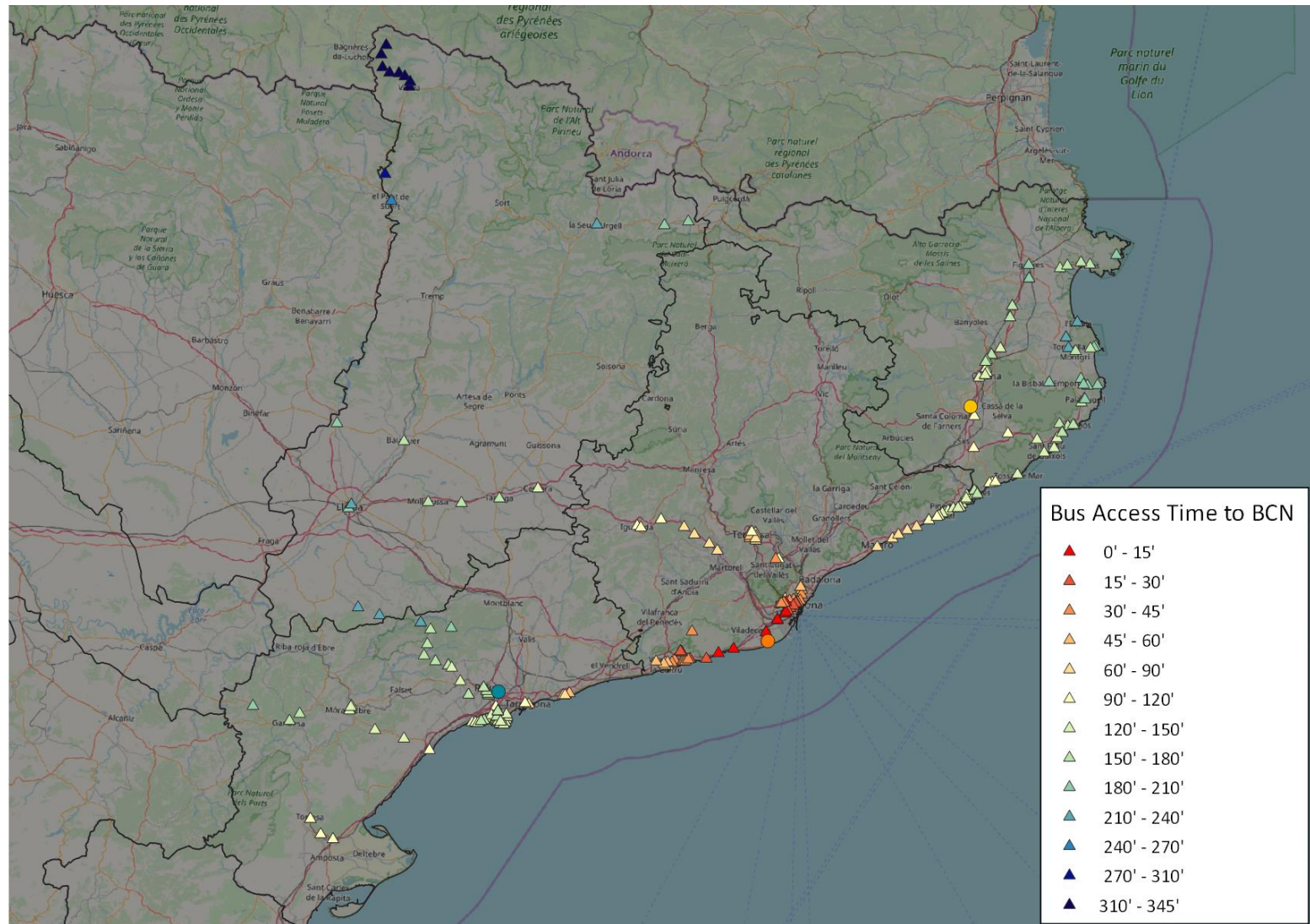


Figura 29. Temps d'accés amb autobús a BCN. font: operators.



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

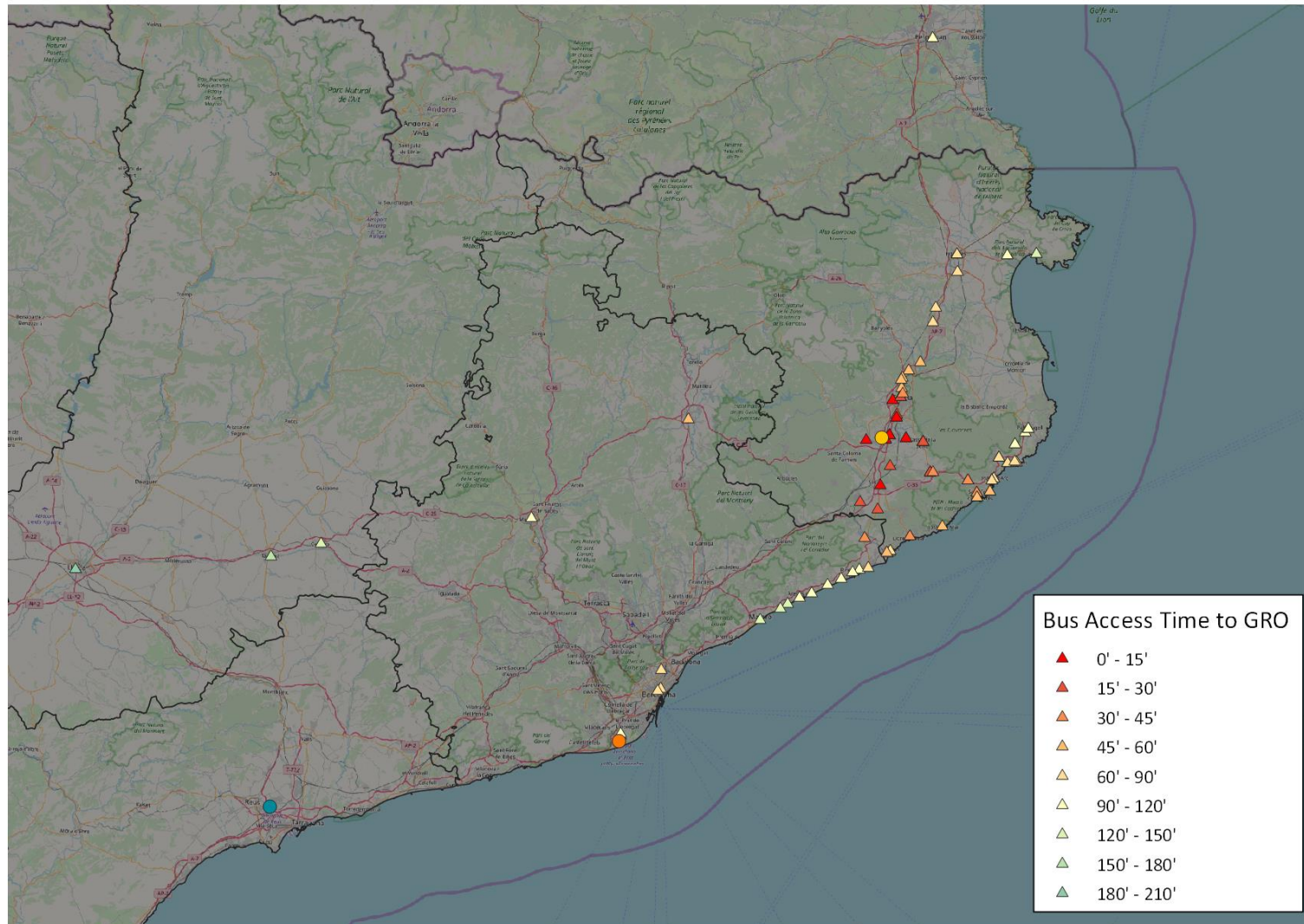


Figura 30. Temps d'accés amb autobús a GRO. font: operadors.



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

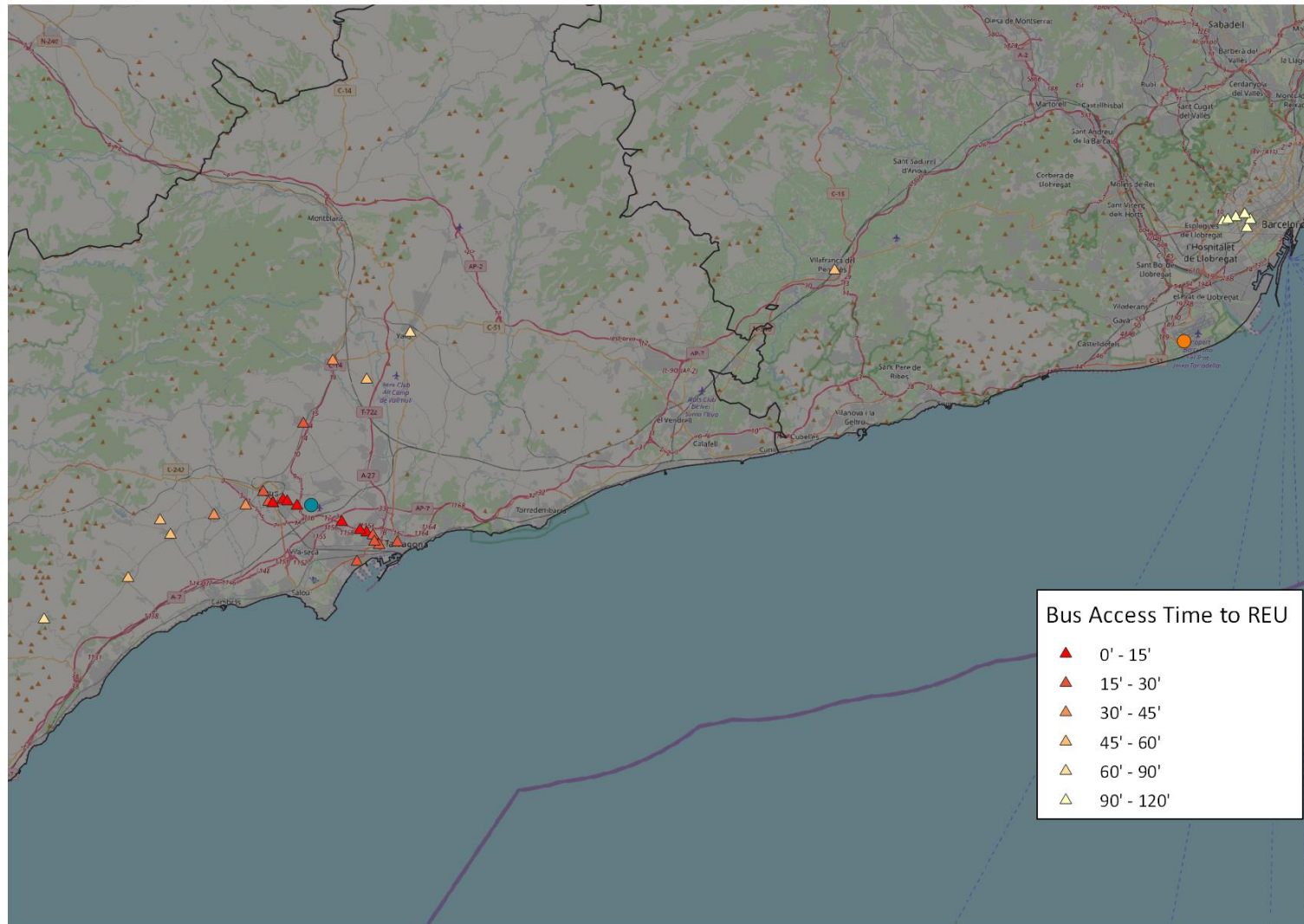


Figura 31. Temps d'accés amb autobús a REU. font: operadors.

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

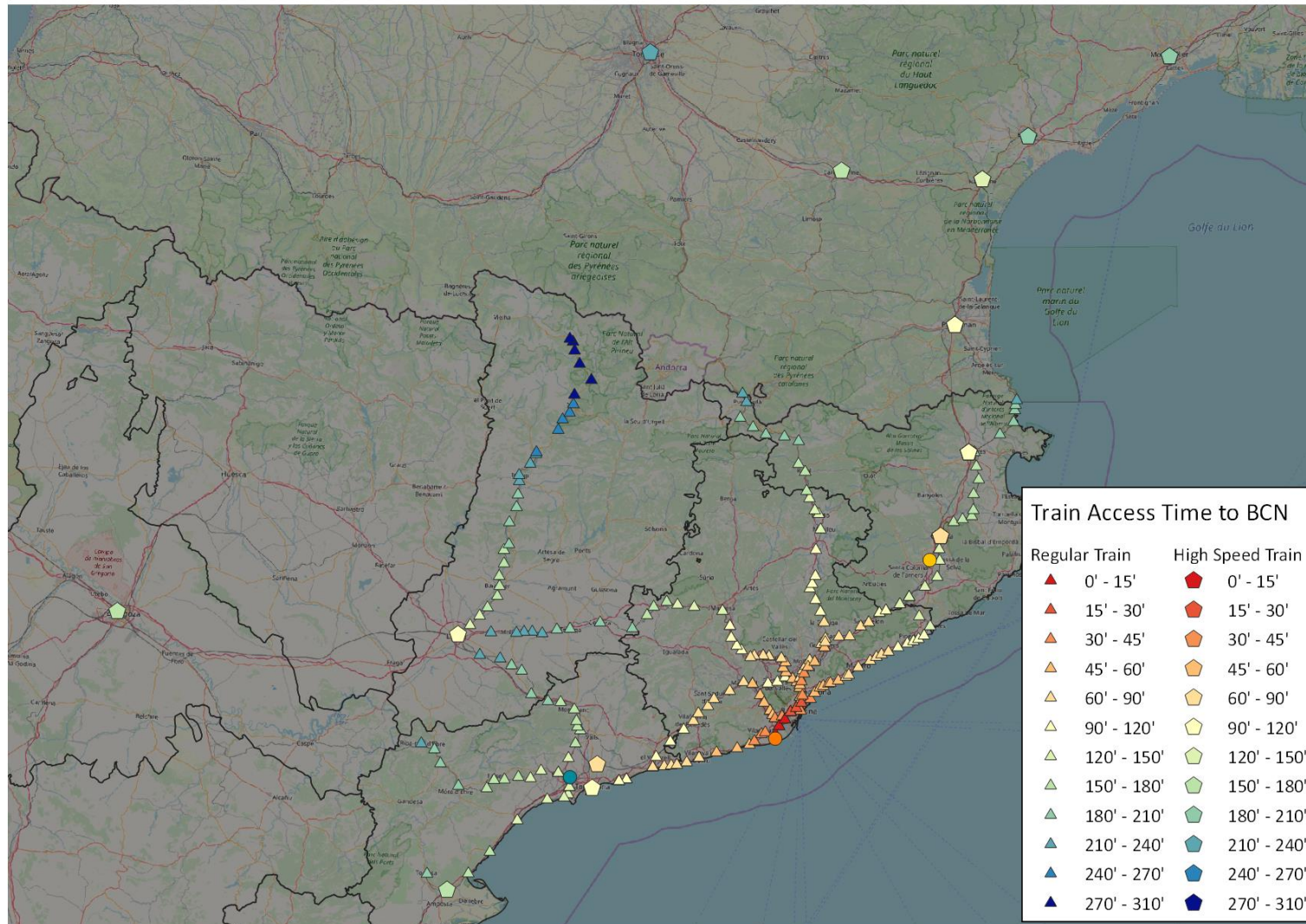


Figura 32. Temps d'accés amb tren a BCN. font: renfe

### 3.3 Dinàmiques del sistema multiaeroportuari català

Per a avaluar quina ha sigut la dinàmica entre els aeroports del sistema multiaeroportuari català des d'inicis del s.XXI s'ha d'analitzar com ha evolucionat el número de passatgers a cada aeroport, perquè va sorgir el sistema multiaeroportuari, quin tipus de sistema multiaeroportuari és i quines han sigut les causes dels canvis de tendència del mercat.

Seguint els criteris establerts per Bonnefoy, 2005, a inicis del s.XXI el mercat aeri català era el caldo de cultiu ideal per a l'aparició d'un aeroport secundari:

- **Congestió a l'aeroport principal**

Com es pot veure a la Figura 35, a la primera dècada del s.XXI l'aeroport de BCN va patir problemes de capacitat fins l'obertura de l'actual Terminal 1 l'any 2009.

- **Entrada al mercat de noves companyies**

L'any 2003 entra als aeroports de GRO i REU la companyia de low-cost Ryanair.

- **Distribució de la població**

Si es mira la distribució de la població al voltant dels aeroports, Figura 33, és pot observar com en un radi de 40km de l'aeroport de BCN viuen prop de 4,5M d'habitants, mentre que a GRO i REU ho fan 0.65M d'habitants i 0.58M d'habitants respectivament. Aquest fet constata que la majoria de la població de Catalunya està concentrada a l'àrea metropolitana de Barcelona.

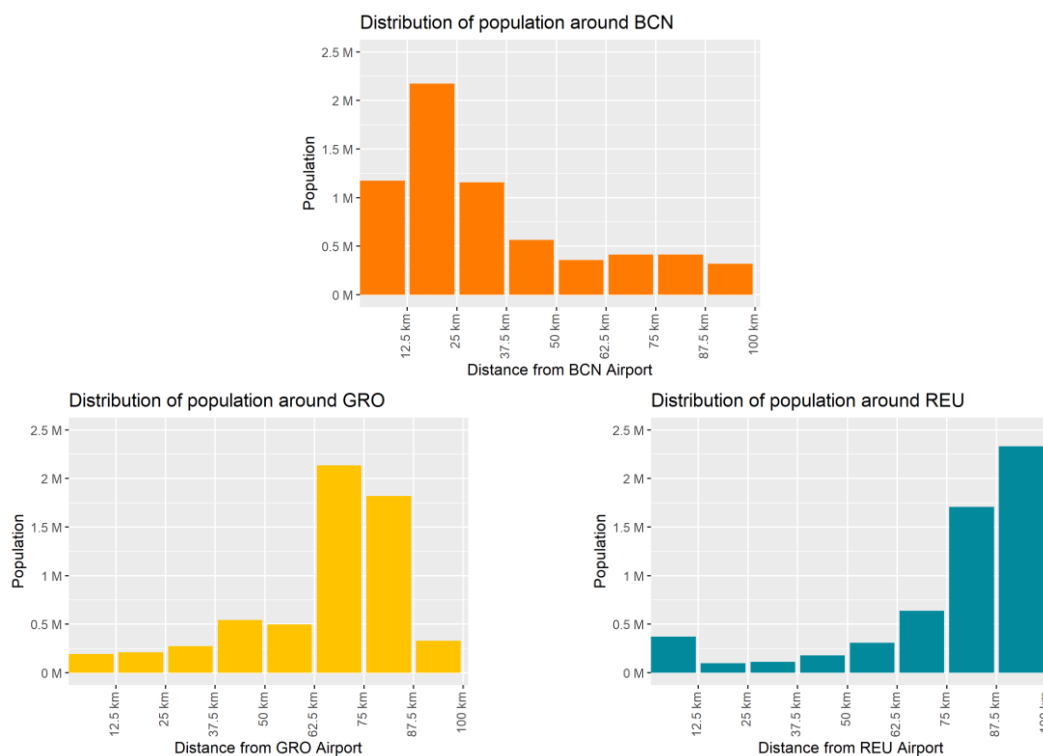


Figura 33. Distribució de la població al voltant dels aeroports del sistema aeroportuari català. font: pròpia i idescat..



## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

La distribució de la població i la localització dels aeroports fa que el sistema multiaeroportuari català estigui compost per un aeroport principal amb una població local elevada i dos aeroports secundaris amb una població local inferior.

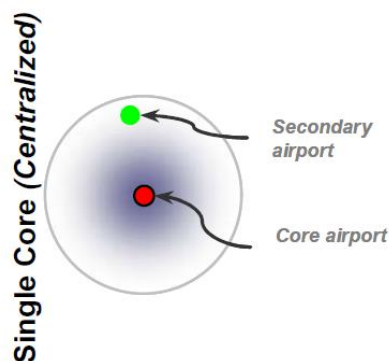


Figura 34. Tipus de sistema multiaeroportuari segons la localització de la població respecte els aeroports del sistema.

### ■ Connectivitat

L'aeroport de BCN sempre s'ha caracteritzat per no tindre una base d'operacions d'una companyia que utilitzi les instal·lacions com a hub de connexió entre vols transoceànics i vols europeus. Es per aquest motiu que tradicionalment el mercat aeri de l'aeroport sempre ha donat servei a la demanda local.

Es creu que l'aparició d'un aeroport secundari és menys probable si l'aeroport principal és un important centre d'operacions, ja que serà més difícil per a l'aeroport secundari competir amb el nivell de servei que hi ha a l'aeroport principal. (Bonnefoy, 2005) (6).

Aquesta tendència s'està revertint en els darrers anys, Norwegian i Level han establert de bases d'operacions de llarg recorregut a l'aeroport de BCN, paral·lelament a l'increment de rutes transoceàniques de l'aeroport.

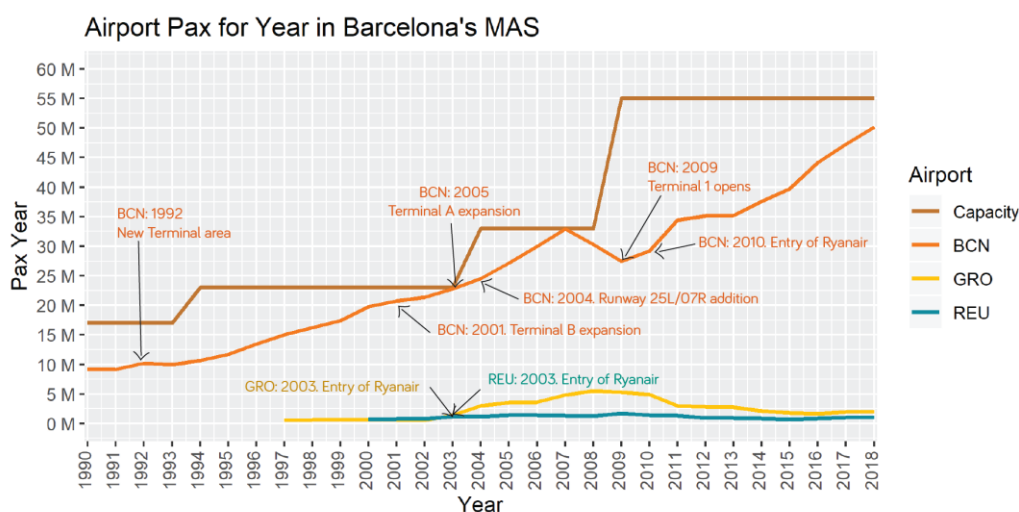


Figura 35. Evolució del volum de passatgers als aeroports catalans. font: AENA.

A la Figura 35 és pot veure perfectament com l'aeroport JT Barcelona-El Prat estava arribant al límit de la seva capacitat quan Ryanair va entrar als aeroports de GRO i REU, i com l'entrada d'aquesta

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

companyia va disparar el volum de passatgers a les dues instal·lacions arribant, respectivament, fins als 5 510 970 Pax l'any 2008 i 1 706 615 Pax l'any 2009.

A l'any 2009, quan els dos aeroports acaben d'assolir records històrics de volum de passatgers, s'inaugura la nova terminal de l'aeroport de BCN i la crisi econòmica comença a afectar al número total de passatgers del mercat aeri català però sobretot té un impacte sobre els passatgers anuals a BCN.

L'any 2010, després de dos anys de reduïció en el número de passatgers i un any després de l'augment de la capacitat de l'aeroport, AENA permet l'entrada de Ryanair a JT Barcelona-El Prat, recuperant volum d'operacions i de passatgers a les instal·lacions del Delta de Llobregat. Aquest moviment va iniciar el lent però constant declivi del número de passatgers anuals als aeroports secundaris fins l'any 2016. En els darrers dos anys REU i GRO han tornat a augmentar el seu número de passatgers així com el número d'usuaris.

Si es compara l'evolució del mercat aeri català amb l'evolució del Sistema multiaeroportuari de Boston es poden observar similituds interessants.

L'any 1996 i 1998 entra Southwest als aeroports secundaris de Providence (PVD) i Manchester (MHT), respectivament. L'entrada de la companyia low-cost genera un increment del volum de passatgers als dos aeroports, Figura 4, A més, l'any 2002 BOS demoleix la terminal A per a ampliar-la reduint així la seva capacitat fins l'obertura de la nova terminal l'any 2005. Mateix any en que PVD i MHT assoleixen el màxim històric de passatgers anuals.

Al 2009, durant la recessió econòmica, els gestors de BOS permeten l'entrada a l'aeroport de Southwest. A partir del 2010 l'aeroport principal comença a experimentar un creixement del volum de passatgers (com en el cas de BCN) i els aeroports secundaris segueixen perdent passatgers.

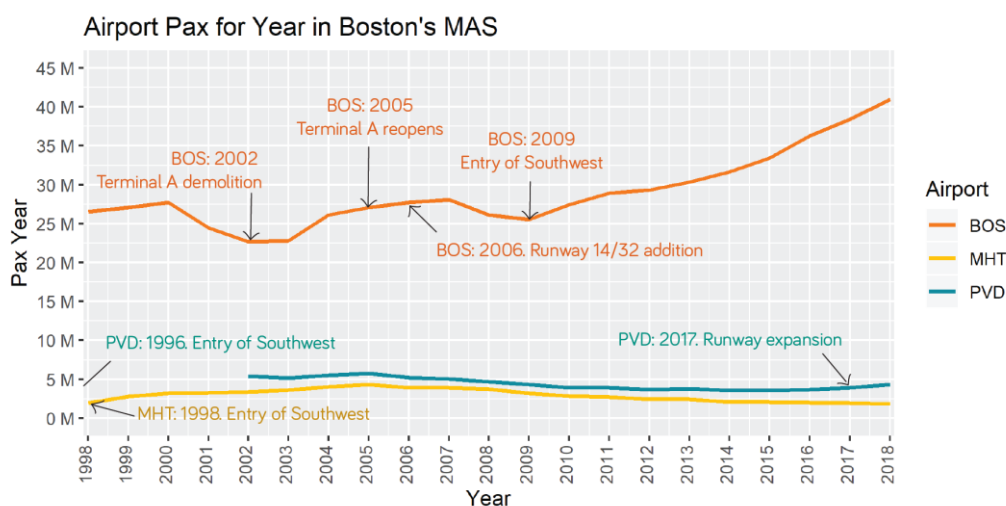


Figura 36. Evolució del volum de passatgers als aeroports del sistema aeroportuari de Boston. font: (34)

La dinàmica dels dos sistemes multiaeroportuaris s'explica amb la Figura 37 i la Taula 6. Abans de l'entrada de les LCC, els aeroports secundaris només cobrien la demanda local, en el cas de Catalunya és una demanda basada en l'atracció com a destí turístic.

La congestió als aeroports principals no permet l'entrada de noves companyies als aeroports i aquestes s'instal·len als aeroports secundaris tot i que l'únic avantatge respecte als aeroports principals és els

## Anàlisi del Sistema aeroportuari català

costos operacionals ja que GRO, REU, MHT i PVD es troben allunyats dels centres de gravetat poblacionals i la infraestructura aeroportuària és inferior a BCN i BOS, tot i que al no tindre problemes de congestió i al ser LCC la reducció en la qualitat de les instal·lacions no és un problema per al model de negoci de les companyies.

Per a atreure passatgers des de el nucli urbà principal, i proper a l'aeroport principal, les LCC han de compensar l'augment en el temps total de viatge i el pitjor accés a l'aeroport amb uns preus de bitllet competitiu. Les companyies poden oferir preus competitiu gràcies a la diferència en el cost d'operar als aeroports secundaris i, sobretot, gràcies a la restricció de l'oferta low-cost als aeroports principals.

<i>Palanques d'atracció de <b>companyies aèries</b> a l'aeroport</i>	<i>Palanques d'atracció de <b>passatgers</b> a l'aeroport</i>
<i>Distribució de la població</i>	Temps total de viatge
<i>Infraestructura aeroportuària</i>	Preu del bitllet
<i>Costos operacionals</i>	Accés a l'aeroport
<i>Usuaris anuals a l'aeroport</i>	Nivell de servei ofert a l'aeroport

*Taula 6. Palanques d'atracció a l'aeroport de les companyies aèries i dels usuaris.*

Durant la primera dècada del s.XXI aquestes van ser les condicions que van permetre l'augment dels usuaris dels aeroports secundaris dels dos sistemes.

Però l'augment de capacitat de BCN i BOS va resoldre la congestió, ara els aeroports poden acceptar més operacions. I és així com els dos aeroports van deixar entrar a les LCC que operaven als aeroports secundaris.

De sobte l'aeroport principal també opera rutes low-cost i l'única diferència en els preus del bitllet entre els aeroports són els costos d'operar a l'aeroport, reduint dràsticament la diferència en els preus.

És així com l'aeroport secundari perd l'única palanca per a atreure usuaris des de els nuclis principals de població i les companyies comencen a reduir la seva oferta als aeroports secundaris ja que cobreixen la demanda des de l'aeroport principal. S'inicia un procés lent, però constant, de consolidació de la oferta a l'aeroport principal i els aeroports secundaris van retornant a donar servei només al mercat local.



Anàlisi del Sistema aeroportuari català

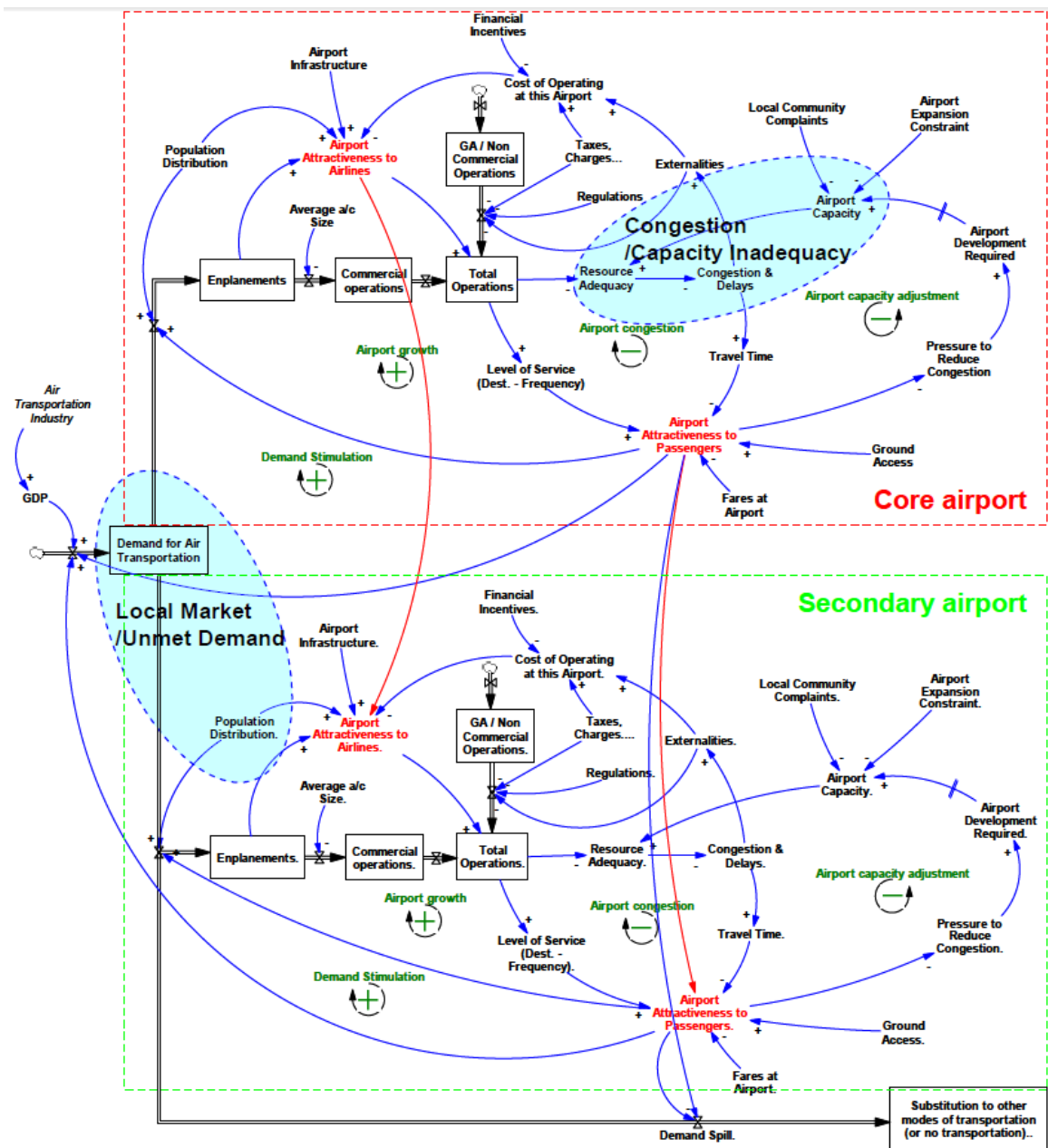


Figura 37. Model de la dinàmica d'un sistema multiaeroportuari amb els factors principals que influencien l'aparició d'un aeroport secundari.

### 3.4 Conclusions de l'anàlisi del sistema aeroportuari

- El mercat aeri de l'aeroport de BCN està pràcticament equilibrat en quant a generació de demanda i atracció de demanda.
- Hi ha un predomini de la demanda de transport aeri per motius no laborals. Caldria avaluar com es reparteix aquest criteri entre usuaris que volen a BCN i els usuaris que volen des de BCN.
- Predominança de les companyies de low-cost i consolidació del mercat low-cost transoceànic.
- Increment del mercat de llarg recorregut connectant BCN amb els principals hubs internacionals.
- El mercat català pateix una estacionalitat important, concentrant els vols a la temporada estival.
- Durant les hores punta dels mesos centrals de l'estiu l'aeroport comença a presentar símptomes de congestió al costat aire i al costat terra.
- A causa del tipus de mercat al que donen servei els aeroports secundaris, atracció de turistes del nord d'Europa, és lògic que l'aeroport tingui uns nivells d'estacionalitat tant elevats ja que la generació local de demanda sembla insuficient per a mantenir el mercat durant l'hivern.
- L'operació de companyies low-cost a BCN, impedeix que una companyia pugui oferir preus competitius per als habitants propers a l'aeroport principal. Els aeroports secundaris tenen una oferta poc competitiva, si es compara amb BCN per als habitants de Barcelona i altres indrets de Catalunya.
- Al 2003 es van reunir les condicions necessàries per a que es generessin aeroports secundaris a Catalunya: Congestió de l'aeroport principal i l'entrada d'una nova companyia al mercat.
- Un cop es va solucionar la congestió a BCN, AENA permet l'entrada a BCN de Ryanair. La companyia comença a oferir el mateix nivell de servei des de els tres aeroports i per tant, l'incentiu de desplaçar-se fins als aeroports secundaris desapareix. El mateix succeeix a BOS, on després de solucionar els problemes de congestió i deixar entrar totes les companyies a l'aeroport principal, els incentius d'anar fins als aeroports secundaris es redueixen i aquests tornen a donar servei al seu mercat local.

## 4 Metodologia

La recerca s'ha realitzat seguint la idea de construir uns resultats des d'una base teòrica i una anàlisi de la situació actual sòlida. Aquesta idea ha permès que gràcies a una anàlisi rigorós es puguin plantejar escenaris futurs plausibles i dins de l'abast dels actors. Figura 38.

Així s'inicia la recerca amb una extensiva lectura de la literatura en tres camps. :

- Funcionament dels sistemes aeroportuaris i variables importants del mercat.
- Modelització de problemes de transport i en concret modelització de l'elecció d'aeroport d'origen en regions multiaeroportuaries.
- Realització de models d'elecció discreta mitjançant enquestes de preferències declarades.

Aquesta literatura permet saber quins aspectes del sistema multiaeroportuari català s'han d'analitzar i permet comparar la dinàmica del sistema amb dinàmiques d'altres sistemes multiaeroportuaris internacionals.

Es realitza una anàlisi de l'estat actual dels aeroports, **3. Anàlisi del Sistema aeroportuari català**, així com de la distribució de la població al voltant dels aeroports per a identificar:

- Quin mercat s'està cobrint actualment des de cada aeroport.
- Si BCN està patint problemes de capacitat.
- Distribució de la població, modes d'accés terrestre als aeroports des de cada zona del sistema i el seu cost.
- Per què GRO i REU han anat perdent usuaris després de batre records durant la primera dècada del s.XXI?

Un cop identificada la situació actual, es realitza una campanya d'investigació amb entrevistes qualitatives, amb l'ajuda de la literatura, per a identificar el comportament dels usuaris a la regió i veure quines condicions podrien fer que els aeroports secundaris tornessin a ser una opció viable per als usuaris i així atraure companyies per a operar des de els aeroports secundaris.

Amb la recerca qualitativa es construeix una enquesta de preferències declarades amb un conjunt de 10 escenaris que l'enquestat ha de respondre per a modelitzar posteriorment un model d'elecció discreta. A més també es realitza un set de preguntes sobre el comportament actual de l'usuari.

L'enquesta produeix un .csv on s'emmagatzemen totes les dades. Aquest arxiu s'ha de tractar per a poder obtenir una anàlisi del comportament actual. Simultàniament, es transformen les respostes de la part de preferències declarades en un arxiu tipus panel data per a poder calibrar models a partir de les respostes.

Tot aquest procés de tractament de dades requereix d'una planificació i estructuració de l'enquesta per a poder extreure els resultats eficientment.

## Metodologia

---

Un cop s'han extret les dades es proposen diferents models MNL amb un set de variables candidates a ser representatives del problema d'elecció discreta i es calibra amb les respostes a l'enquesta. **5. Enquesta.**

Una vegada escollit el model, aquest s'aplica als diferents escenaris que gràcies a l'anàlisi del sistema i les enquestes es creu que poden ajudar a promocionar l'ús dels aeroports secundaris. Aquests escenaris es basen en la modificació de les següents variables:

- S00. Situació actual
- S01 i S02. Modificació de les taxes aeroportuàries
- No Toll. S'analitza l'efecte de la decisió de treure els peatges de l'AP-7 i l'AP-2. Aquesta decisió no depèn directament del problema analitzat però que pot afectar a la distribució modal del sistema.
- S03 i S04. Modificació del preu de l'estacionament als aeroports secundaris per a promoure l'ús del vehicle privat per a accedir als aeroports secundaris.
- S05 i S06. Modificació del transport públic dels aeroports secundaris per a promoure el seu ús. Rebaixa del preu del transport públic actual i creació de serveis ferroviaris d'alta velocitat a l'aeroport de GRO.
- S07 i S08. Combinació dels escenaris més probables plantejats.
- S09. Escenari només GRO i BCN operen rutes a la destinació desitjada.

### 4.1 Software i eines

La investigació es basa en programari open source d'accés lliure.

L'anàlisi del sistema aeroportuari, l'accés als aeroports i les dades de densitat de població de Catalunya s'obtenen amb el programa QGIS 3.4 Madeira:

- La ruta en vehicle privat i el temps d'accés s'obté amb l'eina OSM Tools del QGIS.
- Els horaris dels autobusos s'extreu de la base de dades RTP extretes del web [mou-te.cat](http://mou-te.cat). (35)
- Els horaris i preus dels serveis ferroviaris s'extreuen del web de RENFE i [rodalies.gencat.cat](http://rodalies.gencat.cat). (32)
- El cost dels peatges s'obté del web [viamichelin.es](http://viamichelin.es) i Abertis. (36)
- Els temps d'accés al transport públic i altres dades s'obtenen del web [TravelTimePlatform](http://TravelTimePlatform) (37)

L'enquesta es construeix amb el web [Typeform.com](http://Typeform.com). (38)

L'anàlisi de les dades de l'enquesta i el model MNL és realitzen amb R:

- Versió R: 3.6.0
- Versió Rstudio 1.1.463.

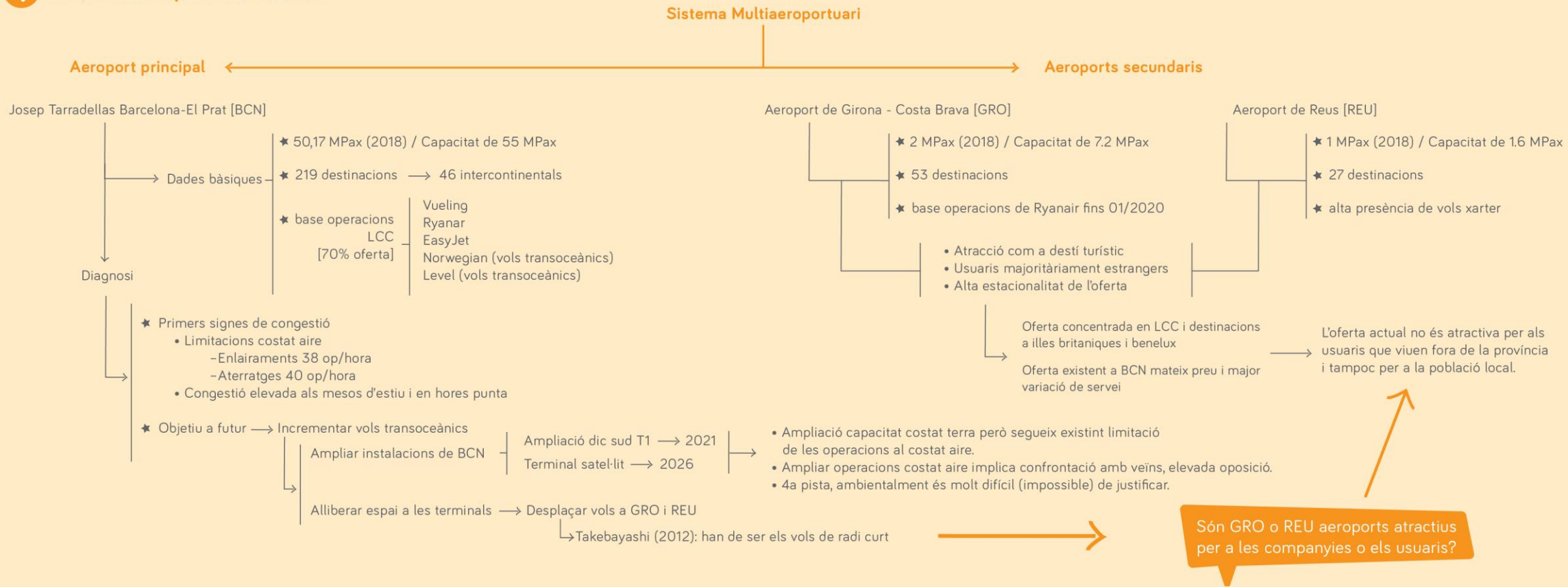
## Metodologia

---

- R packages
  - mlogit
  - lmtree
  - dplyr
  - plot3D
  - scatterplot3d
  - gridExtra
  - tidyverse
  - ggplot2
  - ggExtra
  - plotly
  - ggpubr
  - Funcions pròpies

**Metodologia**

**1 Anàlisi transport aeri català**



**2 Com fer atractius els aeroports secundaris**

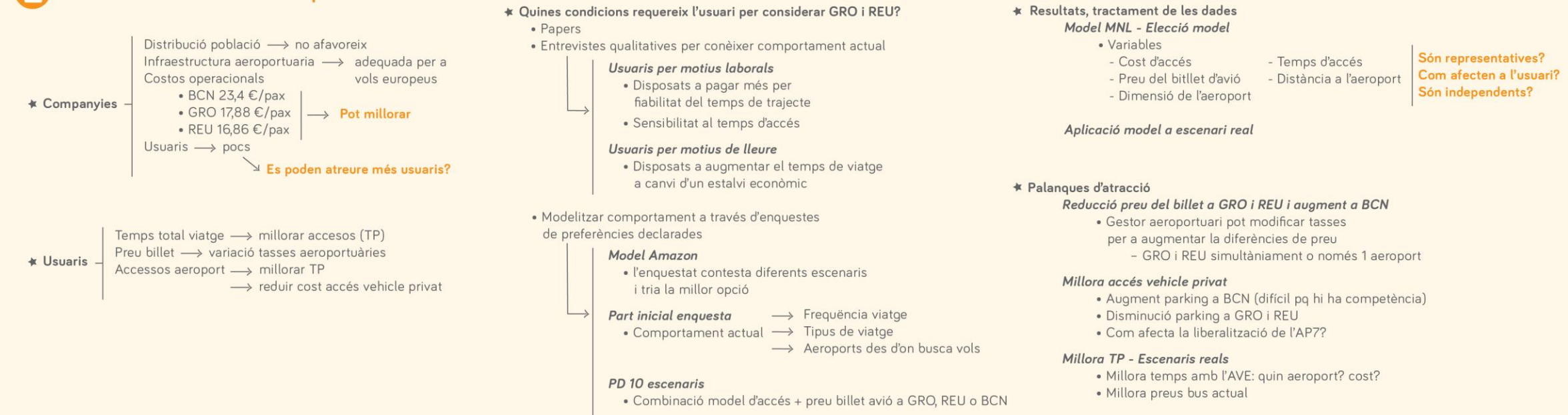


Figura 38. Metodologia.



## 5 Enquesta

Per a modelitzar el procés d'elecció d'aeroport dels usuaris amb origen a la regió s'utilitza una enquesta de preferències declarades o investigació quantitativa. Per a realitzar una investigació quantitativa amb garanties s'ha de realitzar una investigació qualitativa prèvia amb l'objectiu de conèixer i comprendre l'entorn del problema que es vol modelitzar.

La investigació quantitativa ha d'estar precedida per una investigació qualitativa adequada ja que un principi lògic de la investigació de mercats consisteix en considerar les dues formes d'investigació com a complementaries. "Quan no s'entén correctament el comportament subjacent d'interès, la simple quantificació no condueix a resultats importants." (*Malhotra. 2008*) (9)

Es decideix realitzar una investigació qualitativa mitjançant entrevistes en profunditat.

Mitjançant la informació extreta de les entrevistes qualitatives i la diferent literatura es planteja l'enquesta de preferències declarades.

### 5.1 Entrevistes en profunditat

Es realitzen 3 entrevistes, a continuació es realitza un resum de les anotacions extretes durant les entrevistes

**Entrevista 1.** Professió: enginyera. Franja edat: 30-40. Sexe: dona, residència: Barcelona ciutat.

Quan viatja per motius laborals té en compte el següent:

- L'empresa paga el trasllat i per tant es centra m s en els horaris i la conveniència que en el preu.
- En la mesura del possible, mira que el viatge no impliqui perdre una jornada laboral. Prefereix volar a primera hora per a ser a la destinació a l'inici de la jornada laboral o bé volar per la tarda, fora de l'horari laboral.
- Busca rutes entre aeroports que no requereixin un desplaçament llarg des de l'origen i fins al destí. Si hi ha més d'un aeroport a destí mira quin està millor comunicat.
- Prefereix volar amb companyies que li transmeten confiança i fiabilitat.
- Es trasllada fins l'aeroport en taxi, pagat per l'empresa.

Quan viatja per lleure té en compte el següent:

- A diferència de quan es desplaça per motius laborals, l'estància, el transport, l'oci, etc van a compte personal de l'entrevistada. Per tant, veu interessant estalviar-se diners en el preu dels bitllets d'avió.
- Tot i aix , comenta que el servei i la fiabilitat que ofereix la companyia aèria és important a l'hora d'escollir el vol.

## Enquesta

---

- No li importa realitzar escales si són menors a 4h.

En l'eventual cas de que hi hagués un vol amb origen l'aeroport de GRO amb un preu competitiu:

- Les experiències anteriors que té volant des de GRO no són bones. Ryanair no és una companyia aèria que li transmeti confiança.
- L'autobús com a mode d'accés li sembla correcte.
- En cas de que existís un tren fins a l'aeroport de GRO creu que es plantejaria utilitzar-lo si la suma del temps del trajecte i del temps d'espera a l'aeroport no fos superior al temps de l'autobús ja que recorda que l'autobús tenia horaris sincronitzats amb els horaris de la companyia aèria.
- En cas de que l'estacionament a l'aeroport secundari fos gratuït, creu que seria una opció molt bona.

**Entrevista 2.** Professió: enginyer. Franja edat: 45-55. Sexe: home, residència: Baix Llobregat

Quan viatja per motius laborals:

- Diu que l'horari és molt important. Si són vols de llarga distància es interessant coordinar els horaris del vol per tal que el jet lag afecti poc a la jornada laboral.
- Si són vols europeus/a Madrid, sempre es positiu que el vol de tornada tingui un horari flexible per si necessita més temps a la ciutat per que s'allarga la reunió.
- El programa de fidelització de viatgers condiciona l'elecció de la companyia aèria.
- L'accés el realitza en taxi tot i que diu que el preu d'anar i tornar en taxi i el preu d'anar en cotxe i l'estacionament a l'aeroport tenen preus similars per a estades curtes.

Al viatjar per lleure:

- Realitza l'accés en taxi o un familiar els porta a l'aeroport.

Destaca que quan ha viatjat des de GRO va accedir-hi en vehicle privat. Ryanair no li inspira confiança i intentar evitar easyJet.

Es pregunta a l'entrevistat com afectaria a la seva decisió el fet que es disposi d'un tren d'alta velocitat des de Barcelona fins a GRO.

Comenta que degut al seu lloc de residència, fora de Barcelona, agafar un tren a Sants li suposaria un increment de temps significatiu. Això és degut a que hauria d'anar en cotxe fins l'estació de tren amb el temps d'antelació necessari per a no perdre el tren. Prefereix anar en vehicle privat fins a GRO ja que creu que triga menys i és més senzill.

Realitza escales curtes li genera inseguretat en la opció per por a perdre l'enllaç.

Si hi ha l'opció de viatjar des de més d'un aeroport valora: el preu, els horaris i la combinació d'aeroport d'origen-aeroport de destí.

## Enquesta

---

**Entrevista 3.** Profesió: autònom. Franja edat: 45-55. Sexe: home, residència: Maresme

L'entrevistat diu estar molt interessat en que l'aeroport de Girona-Costa Brava torni a tindre vols durant l'hivern ja que per a anar a l'aeroport del delta de Llobregat va en vehicle privat i ha de creuar les rondes.

Si viatja per motius laborals, vol volar abans de les 7 del matí per a evitar la congestió de les rondes i estalviar-se una nit d'hotel.

Si vola per motius laborals a Europa, realitza estades d'entre 24 i 72 hores i si realitza visites a altres continents intenta que l'estada sigui d'uns 7 dies. Sempre intenta organitzar els vols de manera que pugui estalviar-se el màxim número de pernoctacions a fora.

Per al vols de tornada, prefereix un horari que li permeti evitar l'hora punta de les rondes.

### 5.1.1 Conclusions de les entrevistes qualitatives

Tot i que el nombre d'entrevistes qualitatives es reduït, conjuntament amb el vist als articles, es pot arribar a conèixer millora l'entorn de la problemàtica al voltant de l'ús dels aeroports secundaris i les característiques dels usuaris:

Els usuaris que viatgen per motius laborals i són assalariats sembla que no tinguin preocupacions amb el preu del bitllet, a diferència dels autònoms, que condicionen parcialment el seu comportament al preu final de tot el viatge.

A més també tenen interès que la ruta estigui operada per el major nombre de vols/dia possible per a poder disposar de més flexibilitat. Aquestes conclusions concorden amb el trobat per Hess. (12)

La fiabilitat i confiança que generen les companyies aèries és rellevant a l'hora de decidir.

Els usuaris que viuen lluny d'un punt d'entrada als corredors del transport públic veuen més complicat l'ús del transport públic ja que tenen uns temps d'accés superiors als que viuen a prop. A més, donat que sovint l'accés al transport públic l'han de fer en vehicle privat, consideren que és més avantatjós anar directament a l'aeroport en cotxe.

Es posa de relleu la necessitat de que el tren d'alta velocitat tingui una correcta coordinació amb els horaris dels vols.

La congestió del sistema viari pot condicionar l'elecció dels horaris i l'aeroport d'origen.

## 5.2 Entrevista quantitativa

L'objectiu de l'entrevista quantitativa és presentar a l'enquestat diferents situacions on ha de triar l'opció que considera més adequada. Aquest tipus d'enquestes s'anomenen experiment de preferències declarades d'elecció múltiple. És l'enquesta de PD més senzilla ja que s'aproxima a la forma en que la gent pren decisions.

Els aspectes més importants a l'hora de construir exercicis de PD són:

La situació i les opcions presentades han de ser creïbles i per tant es necessari crear un context per a la situació i que les opcions siguin versemblants dins del context.(Espino et al, 2004) (10).

## Enquesta

Al construir l'enquesta s'han d'evitar els errors de biaix d'afirmació, biaix de racionalització, biaix polític i biaix de no restricció (Pompilio, 2006) (39)

L'experiment és basa en l'enquesta que va realitzar Amazon l'any 2017 per a decidir la seva nova política de preus per al seu servei Premium. (40)

Amazon va realitzar una enquesta en que realitzava 10 preguntes amb tres opcions de subscripció. Cada opció tenia un preu i unes avantatges. En cada pregunta les opcions que sortien eren diferents i inclús hi havia preguntes en que es repetia el preu de la subscripció de preguntes anteriors però canviaven les condicions del paquet. D'aquesta manera, Amazon buscava identificar les preferències dels seus clients i quines variables eren les més rellevants: els serveis prime com Prime vídeo o Prime photo; o l'enviament gratuït de paquets i els dies que tarden en arribar els paquets.

### Paquetes que maneja Amazon España para Prime

Paquetes orientativos. En la encuesta se juega con diferentes opciones, pero éstas son las más comunes.

	Precio actual 19,95 €	9 €	19 €	29 €	39 €	49 €	59 €	69 €
Envío gratuito, 4 días	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Envío gratuito, 2 días	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Envío gratuito, 1 día	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Prime Video	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí
Prime Photo	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí
Ofertas Flash	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia

**El Confidencial.LAB**

Figura 39. Paquets oferts per Amazon a l'enquesta. font: El confidencial

#### 5.2.1 Construcció del disseny experimental

L'enquesta és divideix en dues parts: una primera on hi ha preguntes destinades a determinar el tipus d'usuari i com és comporta en l'actualitat i una segona part on es situa l'enquestat en una situació hipotètica i se li presenten 10 escenaris on ha d'escollir l'alternativa d'aeroport d'origen més transport d'accés a l'aeroport que cregui convenient.

Entre les preguntes inicials, es demana que l'enquestat indiqui:

- La freqüència en que vola per motius laborals i per motius de lleure.
- Quins aeroports d'origen valora com a opcions quan vol reservar un vol.
- Que indiqui quin ha sigut el tipus de viatge que ha realitzat per última vegada.

Amb la intenció de donar credibilitat a l'experiment de PD, és decideix simular un viatge de tres dies a Londres amb l'aeroport de destí London-Stansted, STN d'ara en endavant. L'elecció de destí es justifica donat que és una de les destinacions que actualment, es cobreix des de els tres aeroports. A més s'indica que el motiu de viatge és el mateix que per el que va viatjar l'última vegada. A més s'indica que en tots els casos, el transport des de l'aeroport de destí fins a la destinació final és el mateix.

## Enquesta

---

Els preus que es presenten són preus que entren dins del rang de variació trobat buscant ofertes per a la ruta des de els 3 aeroports amb la companyia Ryanair.

S'assumeix que l'usuari utilitza el mateix mode de transport per accedir a l'aeroport a l'anar i al tornar i per tant els preus que es mostren són el preu dels dos vols, anada i tornada, i el cost d'accedir a l'aeroport i tornar després amb el mateix transport.

Es decideix que les variables més importants i candidates a ser representatives del problema d'elecció discreta siguin: el preu del bitllet, la freqüència de la ruta i el mode d'accés. Cada mode d'accés té les seves propietats de temps d'accés, cost d'accés i en el cas del transport públic la freqüència de pas i la hora a la que arriba el primer servei del dia a l'aeroport.

Així és dona 3 nivells a les variables preu del bitllet i freqüència i és generen 4 transport terrestres per a accedir a cada aeroport: el cotxe, el taxi, que t'acompanyi un familiar o amic i el transport públic. El transport públic no està disponible a totes les zones del territori.

En un escenari ideal, l'enquesta personalitzaria el mode d'accés en funció d'una variable introduïda per l'enquestat com per exemple el codi postal i la combinació dels nivells de les variables es faria de manera aleatòria per a poder observar tot l'espectre de les combinacions entre les variables. Però els recursos informàtics de l'equip són limitats. Ja que per a realitzar això és requeriria de coneixements en html, crear un domini web i interactuar amb les API de Google i altres proveïdors de dades de transport.

Com que aquesta opció queda fora de l'abast de les capacitats tècniques, es decideix utilitzar l'eina Typeform. Un web que permet realitzar qüestionaris amb l'opció de personalitzar les respostes que rep l'usuari d'una manera estàtica i predeterminada. No es poden introduir opcions que varien entre un conjunt d'opcions preestablertes. Les alternatives i les seves propietats sempre són les mateixes per a cada pregunta.

Com que el preu d'accés, el temps d'accés i les opcions de transport de cada territori són diferents es decideix dividir Catalunya en un número de subdivisions assumible per l'equip i que permeti discretitzar el territori suficientment com per a que les variables siguin més homogènies. La divisió és realitza per Vegueries més una subdivisió a la regió metropolitana de Barcelona combinant el Vallès i el Maresme en una zona i el Baix Llobregat i el Barcelonès en una altre zona. Figura 40.

## Enquesta

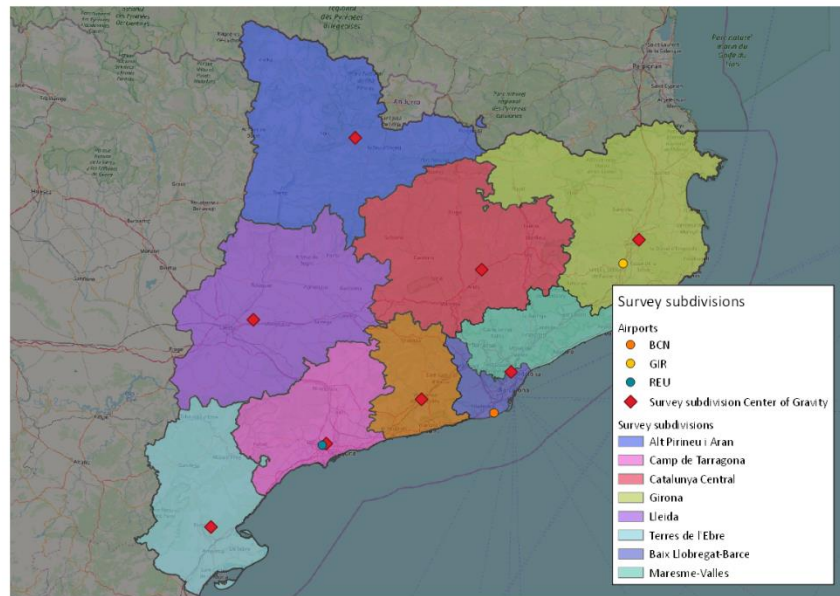


Figura 40. Zones en que es subdivideix el territori.

Això es fa per què el Baix Llobregat i el Barcelonès estan molt a prop de BCN i tenen una connexió amb transport públic molt bona en comparació amb el Vallès i el Maresme que estan més allunyats i pitjor connectats. A més l'exploració qualitativa dona indicis de que aquesta zona pot ser més propensa a l'ús de GRO.

Hi ha altres Vegueries que també tenen uns temps d'accés i costos d'accés molt heterogenis però degut a la baixa densitat poblacional d'aquestes regions i la complexitat d'augmentar el nivell de subdivisions s'opta per una solució mixta. En algunes zones com l'Alt Pirineu on el temps d'accés en vehicle privat té una variabilitat important però es pot assumir mostrar un temps mig d'accés. No succeeix el mateix amb el transport públic que té una amplitud de preus i de temps molt elevada i indicar temps i costos mitjos o ponderats equivaldria a proposar opcions irreals i de difícil comprensió per a l'enquestat.

Es per això que es decideix crear una opció de transport públic per a cada zona dins de la Vegueria i que l'usuari, dins de l'exercici triï la que és de la seva zona. S'augmenta la complexitat de l'exercici però a l'hora les opcions són més reals.



## Enquesta

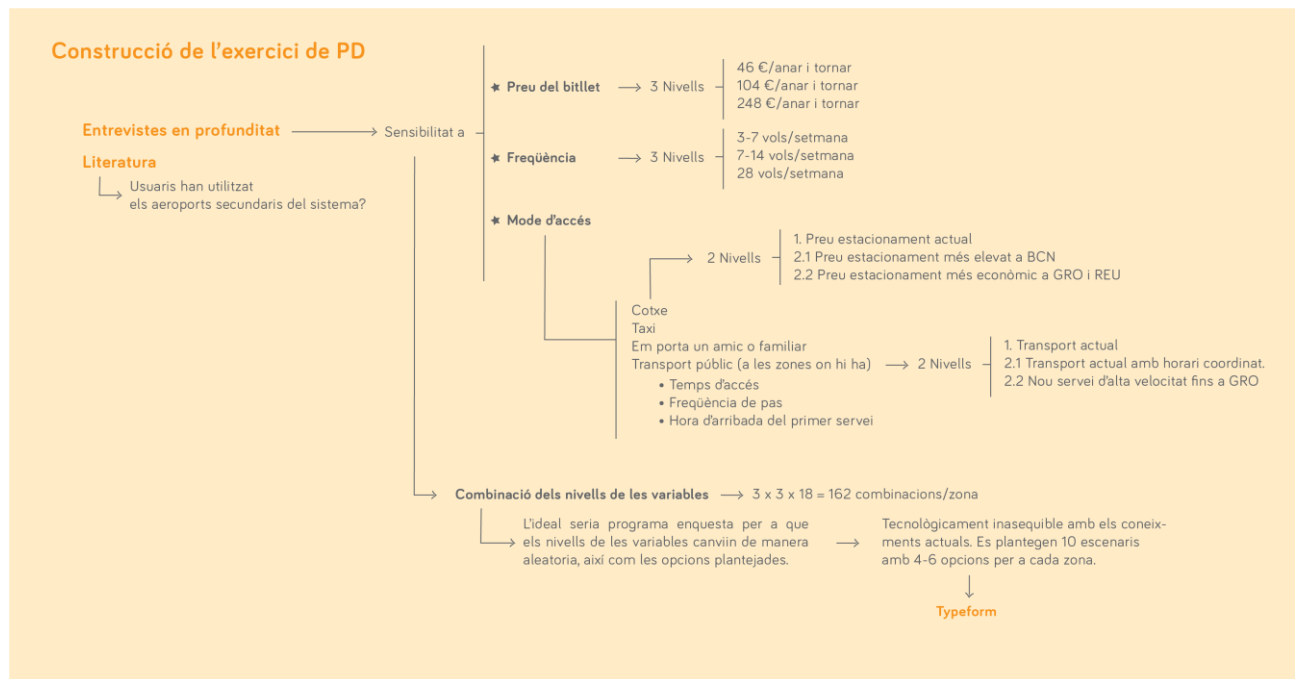


Figura 41. Construcció de l'exercici de PD.

### 5.2.1.1 Presentació de les opcions a l'exercici de preferències declarades








Després de passar l'enquesta per un grup reduït de persones per a analitzar la funcionalitat de l'enquesta es decideix que les opcions s'han de presentar en targetes on s'indiquen les variables de cada opció de la manera més visual possible per a facilitar la comprensió de les opcions plantejades. Figura 43.

Aquestes targetes inclouen, per ordre de a dalt a baix:

- Informació de la part aèria de l'alternativa.
  - Ruta amb aeroport d'origen i de destí.
  - Preu dels bitllets d'anada i tornada.
  - Freqüència setmanal de la ruta
- Informació de l'accés a l'aeroport. Figura 42.
  - Mode de transport per accedir a l'aeroport.
  - Temps mínim d'accés i temps màxim d'accés des de la zona.
  - Preu d'anar i tornar a l'aeroport.
  - Hora d'arribada a l'aeroport del primer servei (transport públic)
  - Freqüència del servei (transport públic).
- Resum
  - Temps total de trajecte, mínim i màxim.

## Enquesta

- Cost total d'accedir a l'aeroport d'origen i els bitllets d'avió.

-  **Coche**
-  **Taxi**
-  **Me lleva un familiar o amigo**
-  **Autobús**
-  **Transporte Público (General)**
-  **AVE/Tren de Alta Velocidad**
-  **Transporte público coordinado, siempre hay un servicio que llega 90 minutos antes de un vuelo.**

REU → STN	46.00 €	02h 15 min	3 - 7 ✈/7d
R2/Metro + Autobús desde Sants	01h 30 min — 02h 15 min	28.00 €	12:10
			2/d
Σ 06h 15 min — 07h 00 min			
Σ	74.00 €		

Figura 42 Iconografia de les diferents opcions de transport a l'aeroport.

### i. (3/7) Elige la opción de viaje que más te convenga. \*

<div> <div>BCN → STN</div> <div>248.00 €</div> <div>02h 10 min</div> <div>28 ✈/7d</div> </div> <div> <div>Transporte Público</div> <div>00h 15 min — 01h 15 min</div> <div>8.60 €</div> <div>05:30</div> <div>30 min</div> </div> <div> <div>Σ 04h 25 min — 05h 25 min</div> <div>Σ 256.60 €</div> </div> <div>A</div>	<div> <div>GIR → STN</div> <div>46.00 €</div> <div>02h 10 min</div> <div>3 - 7 ✈/7d</div> </div> <div> <div>Coche</div> <div>01h 00 min — 01h 30 min</div> <div>48.00 €</div> </div> <div> <div>Σ 04h 40 min — 05h 10 min</div> <div>Σ 94.00 €</div> </div> <div>B</div>	<div> <div>REU → STN</div> <div>46.00 €</div> <div>02h 15 min</div> <div>3 - 7 ✈/7d</div> </div> <div> <div>R2/Metro + Autobús desde Sants</div> <div>01h 30 min — 02h 15 min</div> <div>28.00 €</div> <div>12:10</div> <div>2/d</div> </div> <div> <div>Σ 06h 15 min — 07h 00 min</div> <div>Σ 74.00 €</div> </div> <div>C</div>	<div> <div>REU → STN</div> <div>248.00 €</div> <div>02h 15 min</div> <div>7 - 14 ✈/7d</div> </div> <div> <div>Coche</div> <div>01h 00 min — 01h 30 min</div> <div>47.00 €</div> </div> <div> <div>Σ 04h 45 min — 05h 15 min</div> <div>Σ 295.00 €</div> </div> <div>D</div>
--	--	---	---

Figura 43. Pregunta de l'enquesta de PD amb les opcions disponibles. Zona Barcelona.

#### 5.2.1.2 Variables i nivells

#### Preu del bitllet i freqüència dels vols

Hi ha tres nivells per al preu del bitllet d'avió, que inclou l'anada i la tornada. Aquests nivells són iguals per als tres aeroports. La freqüència setmanal de la ruta també té tres nivells.

	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3
Preu del bitllet	46 €	104 €	248 €
Freqüència setmanal	3-7 vols/setmana	7-14 vols/setmana	28 vols/setmana

Taula 7. Nivells de la variable preu del bitllet i freqüència de la ruta.

## Enquesta

### Modes d'accés a l'aeroport

Es dona l'opció d'accedir a cada aeroport en cotxe, taxi i "que et porti un amic o familiar". A més a les zones on a la **Figura 29, Figura 30, Figura 31 i Figura 32** hi ha transport públic fins a l'aeroport és dona l'opció del transport públic. Un resum dels transport públic disponibles és troba a la Taula 8.

Tots les accessos en tren a BCN inclouen un transbord a Sants-Estació o El Prat, exceptuant els de Barcelona.

Per al segon nivell del transport públic es considera que el transport públic es coordina amb els horaris de les companyies aèries o bé es considera la construcció d'una estació d'alta velocitat a GRO que permet la creació de serveis des de totes les estacions actuals de la xarxa d'ample UIC més les futures estacions de la Sagrera i Cambrils; i des de l'Aldea gràcies a l'intercanviador de Salou.

Zones	BCN		GRO		REU	
	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 1	Nivell 2
<i>Alt Pirineu i Aran</i>	- TP des de la Vall d'Aran i l'Alta Ribagorça - TP des de el Pallars - TP des de La Cerdanya, L'Alt Urgell i Andorra		Tren d'alta velocitat des de Lleida		-	
<i>Baix Llobregat – Barcelonès</i>	Transport públic de l'ATM Horaris actuals		Autobús. Tren d'alta velocitat		Autobús. Horaris actuals	Autobús. Horaris coordinats
<i>Camp de Tarragona</i>	- Autobús des de la costa Daurada - Tren regional	Tren d'alta velocitat i transbord a Sants	Tren d'alta velocitat		Autobús	
<i>Catalunya Central</i>	Rodalies R3 i R4		Autobús de l'eix Transversal Horaris coordinats		-	
<i>Girona</i>	- R11 - Autobús costa brava - R3 - Tren d'alta velocitat		- Autobús urbà de Girona - Autobús costa brava		-	
<i>Lleida</i>	- Tren d'alta velocitat	Tren d'alta velocitat	Autobús de l'eix Transversal Horaris coordinats - Tren d'alta velocitat		-	
<i>Maresme-Vallès</i>	Transport públic de l'ATM		Autobús. Horaris actuals		Tren d'alta velocitat des de Sants Autobús des de Sants.	

**Enquesta**

		BCN		GRO		REU	
Zones		Nivell 1	Nivell 2	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 1	Nivell 2
Penedès	- R2						
	- R4		-		Tren d'alta velocitat des de Sants	-	
	- e5+L9						
Terres de l'Ebre	- R15	-	Tren d'alta velocitat	-	Tren d'alta velocitat	-	
	- Hife						

Taula 8. Transport públic a cada aeroport.

A més cada accés té associat un temps d'espera a l'aeroport per a tindre en compte la fiabilitat i regularitat del transport utilitzat. Així tots els transport tenen un temps de 90 minuts menys el transport públic que té un temps d'espera major.

**Càlcul del cost d'accés i del temps d'accés**

El cost d'accés amb vehicle privat, taxi o amb un acompanyant es calcula des de el centre de gravetat de cada zona. Figura 40. Les formules del cost d'accés són les equacions 5.1, 5.3 i 5.4.

La distància i el temps d'accés des de el centre de gravetat és calcula amb l'eina OSM tools.

El cost d'accés en Transport públic es calcula a partir de les webs dels diferents operadors de Transport públic.

$$AC_{cotxe} = (\delta_{provincia} \cdot d_G + Peatge) \cdot 2 + P_{aeroport}(3dies) \quad (Eq. 5.1)$$

- $\delta_{provincia}$ . Cost/km mig d'un vehicle tenint en compte el preu de la benzina a la província i el parc mòbil de la província.
- $d_G$ . Distància a l'aeroport des de el centre de gravetat de la zona.
- Peatge. Peatges de la ruta.
- $P_{aeroport}$ . Preu de l'estacionament de 3 dies a l'aeroport.

Es creen dos nivells d'estacionament, al nivell 1 els tres aeroports tenen el preu d'estacionament de la Taula 4 però en el nivell 2 s'incrementa el preu a BCN i es redueix a GRO i REU.

$$\delta_{provincia} = \frac{\Sigma Mat_y \cdot AvgCO_2/km_y}{\Sigma Mat} \cdot \left( \left( \frac{Mat_{di}}{Mat_{di} + Mat_{be}} \cdot \frac{L}{CO_{2di}} \cdot \frac{\epsilon}{L_{di}} \right) + \left( \frac{Mat_{be}}{Mat_{di} + Mat_{be}} \cdot \frac{L}{CO_{2be}} \cdot \frac{\epsilon}{L_{be}} \right) \right) \quad (Eq. 5.2)$$

- $Mat_y$ . Vehicles matriculats a Espanya l'any y
- $AvgCO_2/km_y$ . mitjana d'emissions dels vehicles matriculats l'any y. grams de CO<sub>2</sub>/km
- $Mat_{di}$ . Vehicles dièsel matriculats a Espanya.

## Enquesta

- $Mat_{be}$  Vehicles de benzina matriculats a Espanya
- $L/CO2_{di}$  Grams de CO2 que hi ha en un litre de dièsel
- $€/L_{di}$  Preu mitjà del litre de dièsel a la província
- $L/CO2_{be}$  Grams de CO2 que hi ha en un litre de benzina
- $€/L_{be}$  Preu mitjà de litre de benzina a la província

Els vehicles matriculats s'obtenen de la base de dades de la DGT per a tota Espanya. (41)

La mitjana d'emissions dels vehicles matriculats cada any s'obté de l'*European Environment Agency* (42), a partir de l'any 2000 se suposa unes emissions mitjanes de 208grCO2/km. (43)

$$AC_{Taxi} = \left( BB_i + d_G \cdot \frac{€_i}{km} + TT \cdot \frac{€_i}{15min} + S \right) \cdot 2 + Peatge \cdot 4 \quad (\text{Eq. 5.1})$$

- $BB_i$ . Baixada de Bandera.
- $d_G$ . Distància a l'aeroport des de el centre de gravetat de la zona.
- $€/km$ . Preu per quilòmetre recorregut.
- $TT$  Temps del trajecte
- $€/15min$ . preu per fracció de 15min.
- $S$ . Suplement per entrada o sortida d'un aeroport.
- $Peatge$ . Peatges de la ruta.

Les dades de les tarifes s'obtenen de l'ORDRE TES/226/2018(44). S'aplica la Tarifa 7 per rutes interurbanes i la Tarifa 4 per les rutes dins de l'àrea metropolitana.

$$AC_{amic} = (\delta_{provincia} \cdot d_G + Peatge) \cdot 4 \quad (\text{Eq. 5.1})$$

- $\delta_{provincia}$ . Cost/km mig d'un vehicle tenint en compte el preu de la benzina a la província i el parc mòbil de la província.
- $d_G$ . Distància a l'aeroport des de el centre de gravetat de la zona.
- $Peatge$ . Peatges de la ruta.

Calcular un temps d'accés des de el centre gravetat podia generar que les opcions tinguessin valors irreals del temps d'accés, és per això que es genera mitjançant l'eina OSM tools de Qgis unes isòcrones des de els aeroports per així calcular el temps màxim i mínim de cada zona. Són aquests valors els que s'introdueixen a l'enquesta. Un exemple és troba a la Figura 24, Figura 25 i Figura 26.

Per al temps en Transport públic és suma el temps des de la parada més un temps d'accés obtingut amb l'eina travelttimeplatform

## Enquesta

---

El valor del cost d'accés i els nivells a cada aeroport es mostra a l'Annex de la memòria.

### 5.2.1.3 Combinacions dels nivells i opcions de les preguntes

Hi ha 3 nivells per al preu del bitllet, 3 per a les freqüències i 18 nivells per al mode d'accés més aeroport. En total es poden crear un total de 162 opcions per a cada zona.

No es viable combinar totes les opcions i degut a la plataforma escollida, tots els usuaris de cada zona contestaran a les mateixes preguntes amb les mateixes opcions. Per tant, s'ha de triar molt bé les opcions plantejades a cada pregunta per a que puguin representar les interaccions més importants de les variables. A l'hora s'ha de tindre cura de no crear un exercici en que hi hagi una correlació entre els nivells de les variables presentades ja que amb 4 opcions per pregunta i 10 preguntes en total és fàcil crear involuntàriament un exercici amb variables correlacionades.

A l'Annex de la memòria és poden veure les 10 preguntes de cada zona i les opcions que es donen a cada pregunta.



**Enquesta**

## 5.2.2 Enquesta

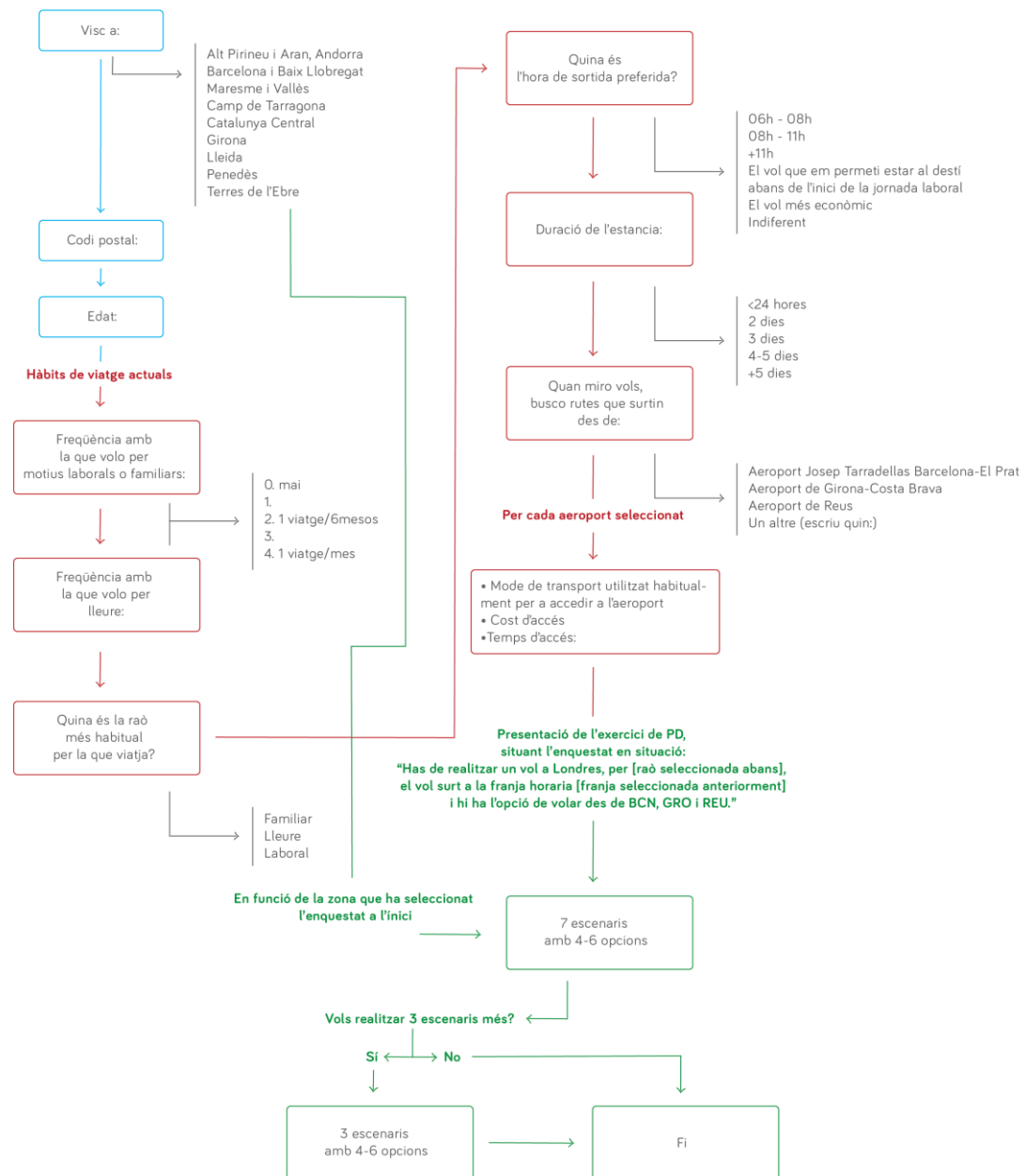
**Enquesta**

Figura 44. Preguntes de l'enquesta

L'enquesta estarà oberta fins al novembre de 2019 a <https://ferran519193.typeform.com/to/hRSlaQ>

## Enquesta

### 5.2.3 Resultats

L'enquesta es va llançar al Gener del 2019 i es van recollir les dades el 7 de Maig del 2019. l'enquesta la van respondre un total de 401 persones. 31 enquestats van respondre l'enquesta de manera errònia: van indicar un codi postal inexistent o la zona que van escollir com a origen no coincidia amb el codi postal introduït. Taula 9.

La majoria dels usuaris que van escollir erròniament la zona són usuaris del Garraf que van escollir Barcelona en comptes del Penedès o usuaris del Vallès-Maresme que van cometre el mateix error.

A l'hora, 3 respostes de Lleida van entregar l'enquesta amb la meitat sense respondre i 11 enquestats no van indicar un motiu de viatge. En teoria Typeform assegura que si no es contesten les preguntes obligatòries no és pot enviar l'enquesta però de 401 enquestats, 11 van poder enviar el qüestionari sense finalitzar-lo o deixant alguna pregunta sense respondre.

	Respostes	Respostes errònies	Respostes correctes	10 respostes	7 respostes	$\Sigma$ respostes
Alt pirineu i Aran	5	0	5	3	2	44
Baix Llobregat - Barcelonès	277	15	262	211	51	2467
Camp de Tarragona	10	2	8	7	1	77
Catalunya Central	16	0	16	15	1	157
Girona	19	0	19	11	8	166
Lleida	6	3	3	3	3	51
Maresme-Vallès	44	0	44	37	7	419
Penedès	17	11	6	5	1	57
Terres de l'Ebre	7	0	7	6	1	67
$\Sigma$ respostes	401	31	370	298	75	3505

Taula 9. Respostes de l'enquesta.

De les 401 respostes, 277 són de la zona del Baix Llobregat-Barcelonès, això és el 67% del total. La distribució de les edats dels enquestats es bastant equilibrada entre les franges d'edat de 19-25 fins als 46-65.

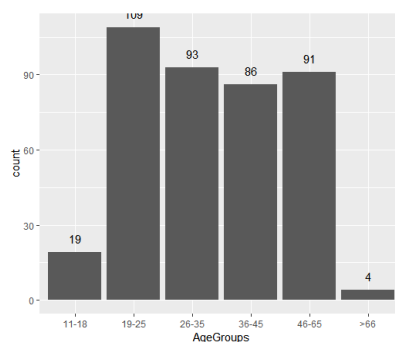


Figura 45 Edat dels enquestats.

## Enquesta

La majoria d'usuaris que realitza viatges amb una duració de 2 dies o inferior són usuaris que viatgen per motius laborals. De fet, més del 50% dels usuaris que viatgen per motius laborals ho fan en viatges amb una duració inferior als 3 dies. Figura 46.

La gran majoria dels enquestats realitza entre dos viatges a l'any i 1 viatge. Els usuaris que viatgen per motius laborals realitzen un major número de vols a l'any que els que ho fan per motius de lleure. Figura 47.

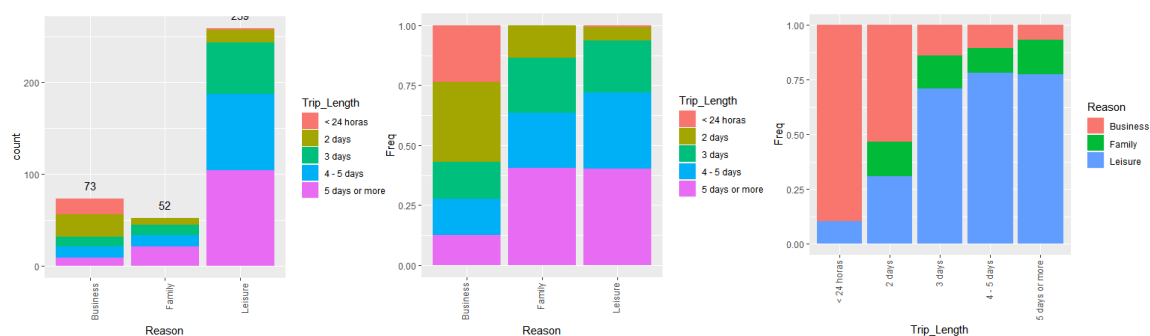


Figura 46. Distribució de la població segons el motiu i la duració del viatge.

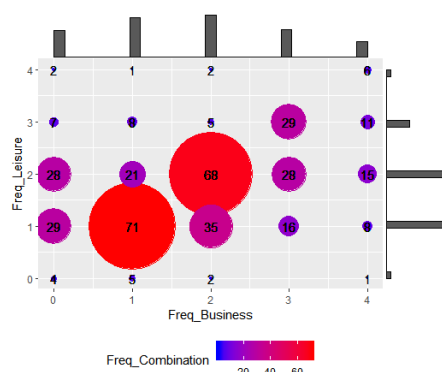


Figura 47. Freqüència en la que es viatja per motiu laboral i de lleure.

Una de les variables destacades per Blackston et al, 2006; (13) és que si l'usuari ha volat des d'un aeroport secundari en el passat, és més probable que ho faci en el futur que un usuari que no ho ha fet anteriorment. Actualment només el 5,8% dels enquestats al Baix Llobregat-Barcelonès miren vols des de GRO quan busquen aeroport d'origen. Per a REU aquest percentatge baixa fins al 1,4%. Aquestes dades tenen sentit si s'analitza el trobat al punt 3. Anàlisi del Sistema aeroportuari català. Al Maresme-Vallès la proporció d'enquestats que miren vols amb origen els aeroports secundaris és més elevada. El 18,75% a GRO i el 4,17% a REU.

Això confirma que la divisió del territori en dos és una bona decisió ja que els usuaris tenen comportaments diferenciats. Confirma el trobat a la recerca qualitativa. Figura 48.

## Enquesta

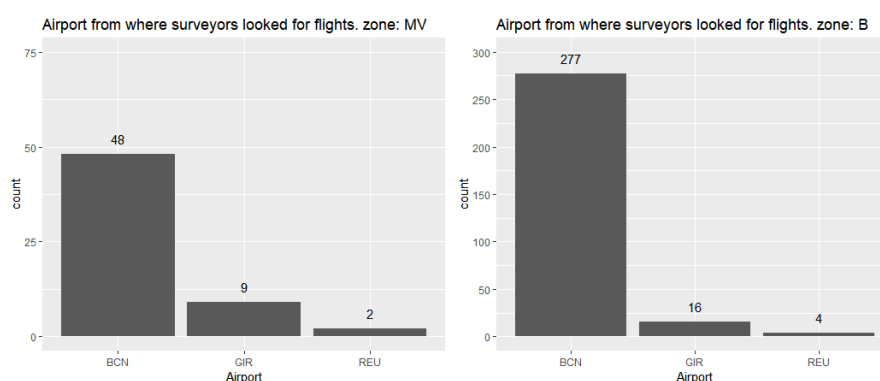


Figura 48. Aeroports que la gent té en compte a l'hora de mirar vols. Regió Metropolitana de Barcelona.

## 5.3 Conclusions

És molt complex, tecnològicament, personalitzar una enquesta per a una zona tant gran i heterogènia com Catalunya. És decideix subdividir la zona en 9.

La vegueria de Barcelona és subdivideix en dos per que hi ha indicis de que les zones del nord-est són més propenses a utilitzar GRO que les zones properes a BCN.

Es creen diferents nivells per a cada variable però és complicat presentar totes les interaccions als enquestats. Es decideix realitzar 10 preguntes amb 4 alternatives que tracten de captar les possibles interaccions entres les variables.

L'enquesta la responen un total de 401 persones. D'aquestes, 31 s'han de rebutjar per no contestar l'enquesta correctament.

Una millora de l'enquesta seria permetre que l'usuari escollís l'opció de no viatjar davant de les opcions presentades.

La dificultat de combinar els nivells de les enquestes fa que la variable freqüència i la variable preu del bitllet tinguin una correlació pràcticament directa ja que la freqüència sempre puja amb el preu però en moltes ocasions, quan es mostra una freqüència superior a GRO i REU, el preu del bitllet a BCN és més elevat.

La vegueria del Penedès genera confusió al confondre's amb les comarques de l'Alt Penedès i el Baix Penedès.

De tots els enquestats a Barcelona-Baix Llobregat, només 16 (el 5.8%) té en compte l'aeroport de GRO a l'hora de mirar rutes i 4 (1.4%) l'aeroport de REU. Aquest fet confirma que actualment els aeroports secundaris no són una opció que els residents a l'àrea metropolitana tenen en compte a l'hora de buscar vols.

Degut al reduït nombre de respostes i el número elevat de variables que s'han de avaluar, és complicat que la combinació de les variables tingui un significat estadístic.

## 6 Model

### 6.1 Tipologia del model

L'objectiu del model és modelitzar la presa de decisió d'un resident a Catalunya que ha de viatjar amb avió i ha d'escollir una alternativa de viatge en funció de la seva utilitat percebuda.

La presa de decisió a modelitzar es basa en la tria entre un conjunt d'opcions discretes. S'idealitza que l'usuari pren decisions de manera racional i per tant busca l'alternativa que maximitza la seva utilitat.

La utilitat d'una alternativa no depèn de la seva demanada ni quota de mercat. Per exemple una alternativa pot tindre una utilitat molt elevada per a un grup d'usuaris però a l'hora pot tindre una quota de mercat molt reduïda.

La utilitat que percep l'usuari  $i$  de l'alternativa  $j$  a la situació  $t$  és calcula com la suma dels atributs multiplicats per un paràmetre:

$$U_{itj} = \alpha_{ij} + \beta_i x'_{itj} + \gamma_{ij} z_{it} + \epsilon_{itj} \quad (\text{Eq. 6.1}) \quad (45)$$

Hi ha variables i comportaments que no es poden mesurar o reconèixer, i per tant, s'afegeix un terme que comptabilitza l'error en la mesura de la utilitat,  $\epsilon$ .

Característiques de la funció d'utilitat:

- Utilitat lineal
- Valor determinista de les variables/atributs de les alternatives  $\alpha_{ij}$ ,  $x'_{itj}$  i  $z_{it}$ .
- Paràmetres, en funció del model poden ser estocàstics o bé deterministes.
- $x'_{itj}$ . Atribut de l'alternativa. Varia per a cada alternativa  $j$  i situació  $t$ . ie, Preu del bitllet.
- $z_{it}$ . Atribut de l'usuari. Varia per a cada usuari  $i$  però és constant per a totes les alternatives i situacions. ie, Motiu del viatge.
- $\alpha_{ij}$ . Constant específica de cada alternativa.
- $\beta_i$ . Varia segons l'individu.
- $\gamma_{ij}$ . Varia segons l'alternativa.

Si s'assumeix que l'error té una distribució d'extrems de Gumbel, l'error té un comportament Independent i Idènticament distribuït (IIA per les sigles en anglés). Això implica la independència entre funcions d'utilitat.

Si els errors són IIA obtenim el model Multinomial Logit o MNL, que calcula la probabilitat d'una alternativa  $P(i)$  en base a l'utilitat (Ben-Akiva, 1985) (46):



$$P_n(i) = \frac{e^{\mu \cdot V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{\mu \cdot V_{jn}}} \quad (\text{Eq. 6.2})$$

On  $\mu$  és el factor d'escala de les utilitats. No és identificable ja que hi ha infinites combinacions de  $\lambda$  i  $U_i$  amb els mateixos valors.

### 6.1.1 Simplificació de la realitat

La funció principal dels models és simplificar la realitat per poder explicar una situació complexa de manera simple. En aquest cas és vol simplificar el procés de tria d'un usuari resident a Catalunya que ha de realitzar un viatge amb avió.

En aquest procés l'usuari pot triar: Aeroport d'origen, Aeroport de destí, Horari del vol, companyia aèria, nivell del servei i Mode d'accés a l'aeroport d'origen i de destí.

L'objectiu és veure en quines circumstàncies els aeroports de GRO i REU poden competir amb BCN com a aeroport d'origen. D'acord a la literatura (Takebayashi, 2012) (7), i a l'oferta històrica dels aeroports de REU i GRO, el mercat en que poden competir és en el de radi curt.

De les variables que s'analitzen a l'enquesta de preferències declarades, es descarta la freqüència de la ruta ja que al muntar les opcions de l'enquesta no es van crear escenaris en que la freqüència a GRO i REU fos independent del preu del bitllet, establint una dependència directa entre preu i freqüència de vols.

A l'hora, tot i que l'enquesta només pregunta sobre vols a Londres, degut a la linealitat de la utilitat i el tipus de model, MNL, l'important no és el preu total del bitllet, si no la diferència del preu entre els diferents aeroports. D'aquesta manera, aprofitant que la duració dels vols des de tots tres aeroports a un quart aeroport es pràcticament la mateixa. Es pot extrapolar el model a qualsevol destinació de curt radi que estigui operada des de els tres aeroports.

A la Figura 49 es veu el problema d'elecció discreta amb totes les variables que intervenen i a la Figura 50 es mostra el model simplificat que s'aplica.

## Model

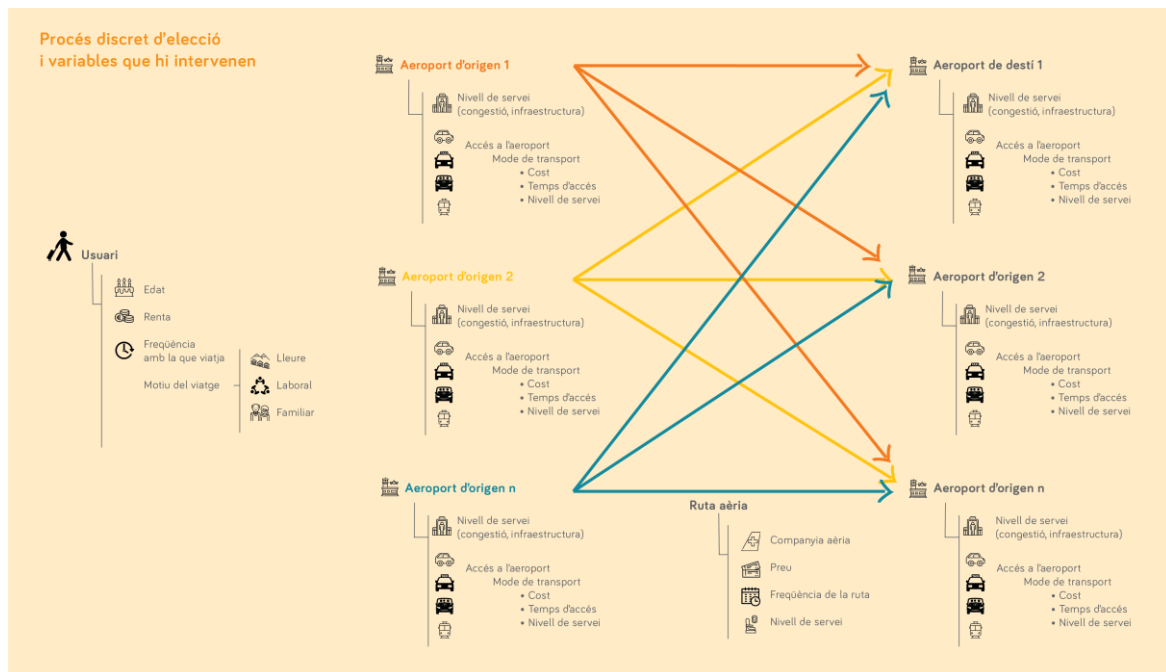


Figura 49. Procés discret d'elecció i les variables que hi intervenen.

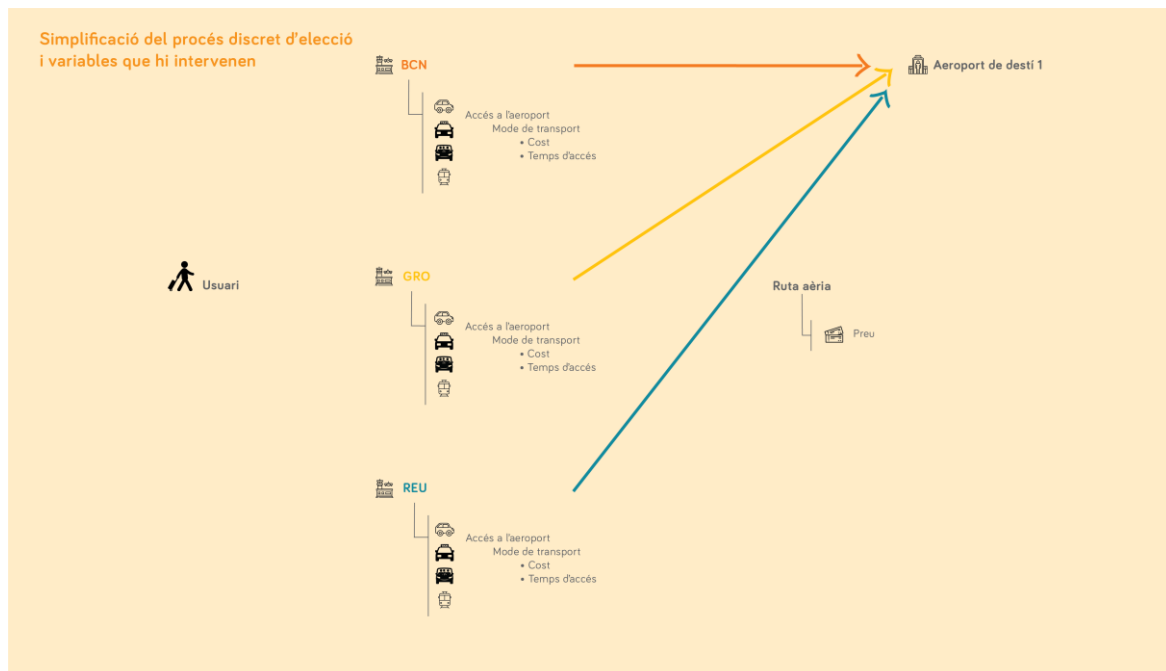


Figura 50. Simplificació del problema d'elecció discreta.

## 6.2 Variables, significat i comportament esperat

Les variables que es contemplen com a definitòries del model són:

- Preu del bitllet. (F)
- Preu del transport d'accés. (AC)
- Temps d'accés. (AT)
- Ràtio passatgers/any.(R)
- Distància a l'aeroport. (d)
- Atracció Aeroport-preu. (G)

## Model

Aquestes variables són les que s'analitzarà si són significatives i quin aspecte intenten representar. De les 6 variables, 4 són representatives de l'alternativa (Preu del bitllet, Preu del transport d'accés, Temps d'accés i Atracció aeroport-preu), una varia en funció de l'usuari (Distància a l'aeroport), i l'altre en funció de l'aeroport (Ràtio passatgers/any)

- Preu del bitllet (F)

Analitza l'atracció de la ruta en funció del cost del bitllet d'avió. L'usuari maximitza la utilitat quan el preu del bitllet és menor. A mateix preu del bitllet a cada aeroport, la utilitat és decideix per altres variables.

Inclou el preu dels bitllets d'avió d'anada i de tornada.

- Cost d'accés (AC)

Analitza l'atracció del mode d'accés a l'aeroport en funció del seu cost. L'usuari té el mateix comportament que amb el preu del bitllet, maximitza la utilitat quan el preu de l'accés baixa.

La literatura remarca com alguns usuaris, especialment els viatgers per motius laborals, estan disposats a pagar un preu més elevat per el transport d'accés a canvi d'una fiabilitat (Parella, 2013) (3). Per a introduir aquesta variable, el paràmetre de la variable ha de ser específic de cada alternativa.

Inclou el preu d'anar a l'aeroport i tornar amb el mateix mode de transport. Així és pot comptabilitzar el cost del pàrquing si s'utilitza vehicle privat.

- Temps d'accés (AT)

El temps d'accés és una de les variables més significatives. En la literatura hi ha una tendència a que els usuaris siguin més sensibles a variacions del preu d'accés que no pas al preu del bitllet. Un dels motius pot ser l'associació d'un major temps d'accés a un major risc de perdre l'avió (Hess, 2004).

- Ràtio passatgers/any (R)

Els aeroports grans tenen una probabilitat més elevada d'oferir un major ventall d'opcions (més freqüència i major varietat de nivells de servei) per a realitzar a determinada ruta. Per a exemplificar aquesta situació s'estudia la introducció d'una variable que pugui mostrar indirectament aquest comportament: La ràtio entre el volum anual de passatgers de cada aeroport. D'aquesta manera la variable tindria 3 valors, un per cada aeroport.

$$R_j = \frac{Pax_j}{Pax_{GRO}} \quad (\text{Eq. 6.3})$$

Aeroport	Pax/any	Ràtio
BCN	50.172.457 pax/any	24.84
GRO	2.019.876 pax/any	1
REU	1.037.576 pax/any	0.514

Taula 10. Ràtio passatgers/any.

## Model

- Distància a l'aeroport ( $d$ )

Una menor distància a l'aeroport pot comportar una associació a la proximitat de l'aeroport i a una conveniència a l'ús de l'aeroport més proper per comoditat (Parella, 2013).

- Atracció Aeroport-preu ( $G$ )

Com que els models són del tipus MNL, la variació de la utilitat es manté constant quan s'aplica el mateix increment a una variable per a totes les alternatives. Per exemple, els bitllets d'avió tenen un cost inicial de 125€ a tots els aeroports i passen a tindre un valor de 300€ als tres aeroports. En aquest exemple, si la utilitat està definida per el temps d'accés, el cost d'accés i el preu del bitllet; la utilitat per als tres aeroports variarà d'una forma constant i per tant el model donarà la mateixa distribució de probabilitat en els dos casos.

Seguint amb la idea de que una menor distància a l'aeroport es pot associar amb una conveniència a l'ús de l'aeroport més proper. Es pot assumir que aquesta conveniència pot incrementar si els costos de viatjar són més elevats.

S'intenta crear una variable que exemplifiqui aquest fet i, a l'hora també tingui en compte la dimensió de l'aeroport i el preu del bitllet. D'aquesta manera un usuari de Barcelona tindrà una atracció molt forta a BCN però quan els preus de GRO siguin atractius aquest usuari pot veure atractiva l'opció de l'aeroport secundari.

Per a exemplificar aquest comportament s'utilitza la següent fórmula, inspirada en la fórmula de la força gravitatòria d'Isaac Newton:

$$G_{i,j,t} = \frac{R_j}{d_i^2 \cdot F_{j,t}} \quad (\text{Eq. 6.4})$$

## 6.3 Limitacions del model i la recerca

Per a validar un model, la comunitat científica estableix que primer s'ha de calibrar el model amb unes dades i resultats coneguts i després s'ha d'analitzar la sensibilitat del model amb unes segones dades i resultats coneguts. D'aquesta manera, s'analitza si el model, calibrat per a les dades inicials, pot predir el comportament conegut d'un segon set de dades abans d'utilitzar-lo per a predir escenaris on no es coneix el resultat.

L'objectiu del model d'elecció discreta és modelitzar el comportament dels usuaris a partir de l'exercici de preferències declarades.

Amb l'exercici de Preferències declarades s'intenta veure com reacciona l'usuari davant d'hipotètics escenaris, concretament 10 escenaris per enquestat. En cada escenari hi han 6 variables (Aeroport, Preu del bitllet, freqüència de la ruta, Transport d'accés, Preu d'accés, Temps d'accés)

A més l'enquesta, diferència entre viatger per motius de lleure o laborals i també divideix el territori en 9 zones amb el doble objectiu de:

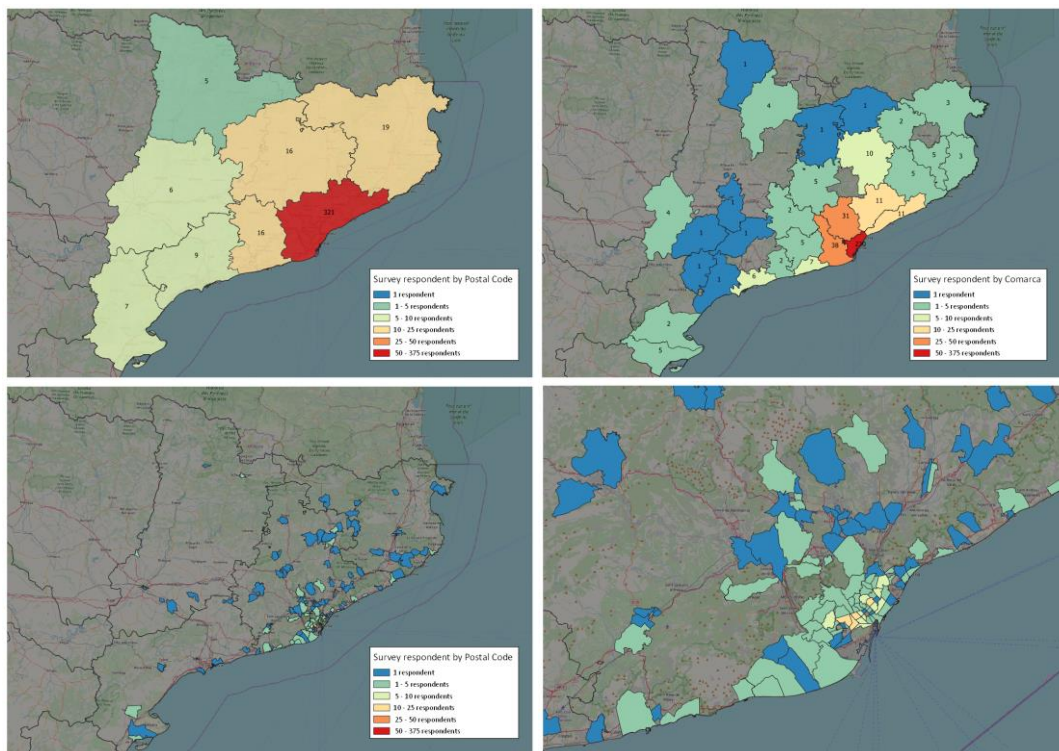
## Model

- Poder subdividir la població per zones i per motiu de viatge; i així analitzar si hi ha combinacions de zona i motiu de viatge que tenen un comportament diferenciat i crear un model per a cada subgrup poblacional o bé un sol model però amb coeficients específics per a cada subgrup.
- Poder definir millor els valors de les variables per a cada zona i així no mostrar a l'usuari opcions amb temps d'accés o costos d'accés irreals per a la zona on viu.

Per a obtenir el comportament estadístic dels usuaris, en general, per zona i per tipus de viatge; davant de cada variable i com és la combinació entre elles és requereix un número molt elevat de respostes i a més la mostra ha de ser el més aleatòria possible dins de cada zona.

La distribució de l'enquesta no pot assegurar que la mostra sigui totalment aleatòria ja que els enquestats provenen pràcticament tots de l'entorn de l'investigador: amistats, familiars, companys de feina i difusió per part del tutor. A més s'ha intentat distribuir l'enquesta via Twitter amb un total de 145 clics a l'enllaç, a 15 de juliol de 2019.

Per el mateix motiu la gran majoria d'enquestats són residents de l'àrea metropolitana de Barcelona. Això fa que sigui molt difícil extreure resultats amb un significat estadístic de zones com Lleida o els Pirineus.



*Figura 51. Enquestats per delimitació territorial.*

Aquí és on aquesta tesina té el seu punt més feble, la qualitat de les dades recopilades i el posterior calibratge i assaig de sensibilitat del model construït amb les dades.

El procediment hauria de ser el següent: primer es calibra el model amb el 75% de les respostes i després es comprova el seu funcionament analitzant la seva sensibilitat al 25% restant de les dades.



## Model

Per a poder realitzar un model amb una base estadística sòlida darrere caldria un número d'enquestats similars als obtinguts en altres estudis: 1100 enquestats (Blackstone et al, 2006) (13) o 9924 enquestats (Hess, 2004) (12).

Per a poder aconseguir una base de dades generosa es requereixen medis econòmics i un equip tècnic dels que no es disposen actualment. Per exemple, per a realitzar enquestes a les instal·lacions d'AENA, el gestor aeroportuari demana 560€/torn/dia, tot i que si AENA considera que l'enquesta pot ser d'interès aeroportuari, hi col·labora i les dades són accessibles per a ells, fa un descompte del 100%.

És per aquests motius, dades insuficients i probablement esbiaixades, que s'ha desestimat l'anàlisi de sensibilitat del model i es decideix calibrar el model amb la totalitat de les dades. Els resultats obtinguts permetran veure tendències però en cap podrien ser utilitzats per a dir quantitativament quina repercussió tindrà cada mesura.

## 6.4 Benchmark dels models

S'analitza l'ús de 5 models Multinomials lògit combinant les sis variables esmentades al punt 5.2. Per els motius expressats al punt 5.3 (dades insuficients a moltes zones del territori) es desestima l'ús de models específics per a dividir la població en subgrups amb gustos/condicionants més homogenis.

Model	F	AC	AT	d	R	G
<i>mnl.5.F_AC_AT_d_R</i>	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>mnl.4.F_AC_AT_G</i>	✓	✓	✓			✓
<i>mnl.4.F_AC_AT_R</i>	✓	✓	✓		✓	
<i>mnl.4.F_AC_AT_d</i>	✓	✓	✓	✓		
<i>mnl.3.F_AC_AT</i>	✓	✓	✓			

Taula 11. Models analitzats i les seves variables.

La utilitat quedaria com a la fórmula inferior, per cada model de la Taula 11 la utilitat té les variables indicades en verd.

$$U_{itj} = \beta_F F_{j,t,i} + \beta_{AC} AC_{j,t,i} + \beta_{AT} AT_{j,t,i} + \beta_d d_{j,t,i} + \beta_R R_{j,t,i} + \beta_G G_{j,t,i} + \epsilon_{itj} \quad (\text{Eq. 6.5})$$

Un cop ajustats a les respostes de l'enquesta, els paràmetres dels models queden com a la Taula 12. El model *mnl.5.F\_AC\_AT\_d\_R* és el model que obté un valor del log-likelihood més baix, -3811.6. El *mnl.3.F\_AC\_AT* és el model més senzill, i a l'hora el que obté un pitjor valor del log-likelihood. A destacar el model *mnl.4.F\_AC\_AT\_R* que tot i tindre una variable menys que el *mnl.5.F\_AC\_AT\_d\_R*, té gairebé el mateix log-likelihood, -3817.1.

El model amb un valor del temps d'accés més elevat és el *mnl.4.F\_AC\_AT\_d* i el més baix el *mnl.3.F\_AC\_AT*. Tot i això, el model més sensible als canvis en el temps d'accés i en el preu d'accés és el *mnl.3.F\_AC\_AT*.

	mnl.5.F_AC_AT_d_R		mnl.4.F_AC_AT_G		mnl.4.F_AC_AT_R		mnl.4.F_AC_AT_d		mnl.3.F_AC_AT	
	estimate	std. Error	estimate	std. Error	estimate	std. Error	estimate	std. Error	estimate	std. Error
$\beta_F$	-0.013894	0.003103	-0.009584	0.000409	-0.013467	0.000499	-0.012159	0.000488	-0.009837	0.000407
$\beta_{AC}$	-0.023417	0.001500	-0.024667	0.001000	-0.025338	0.000951	-0.022827	0.001127	-0.029921	0.000960

**Model**

	mnl5.F_AC_AT_d_R		mnl4.F_AC_AT_G		mnl4.F_AC_AT_R		mnl4.F_AC_AT_d		mnl3.F_AC_AT	
	estimate	std. Error	estimate	std. Error	estimate	std. Error	estimate	std. Error	estimate	std. Error
$\beta_{AT}$	-0.014929	0.001539	-0.014420	0.001190	-0.018801	0.001004	-0.011285	-0.001529	-0.023617	0.000978
$\beta_d$	-0.004911	0.000522	-	-	-	-	-0.013536	0.001352	-	-
$\beta_R$	0.034886	0.001104	-	-	0.039711	0.002734	-	-	-	-
$\beta_G$	-	-	9911	90.165	-	-	-	-	-	-
LL	-3811.6		-3857.9		-3817.1		-3874.5		-3927.7	
Value of access time	94.11 €/h		102.64 €/H		80.86 €/H		121.37 €/H		76.01 €/H	

Taula 12. Estimació dels paràmetres dels models.

El primer model que s'analitza és el mnl4.F\_AC\_AT\_G amb la intenció de veure si el comportament de la variable G (Atracció Aeroport-preu) és l'esperat.

Per a fer això es prova el model en 3 escenaris on l'única variable que és modifica és el preu dels bitllets als aeroports. Els escenaris parteixen d'un preu igual als tres aeroports.

Escenaris	Preu del bitllet (F)
Escenari 1	75 €
Escenari 2	125 €
Escenari 3	250 €

Taula 13. Escenaris model mnl4.F\_AC\_AT\_G.

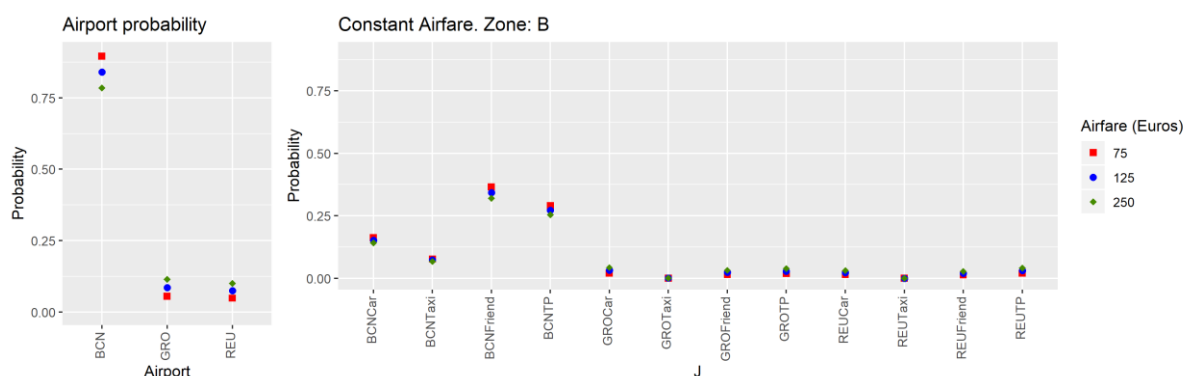


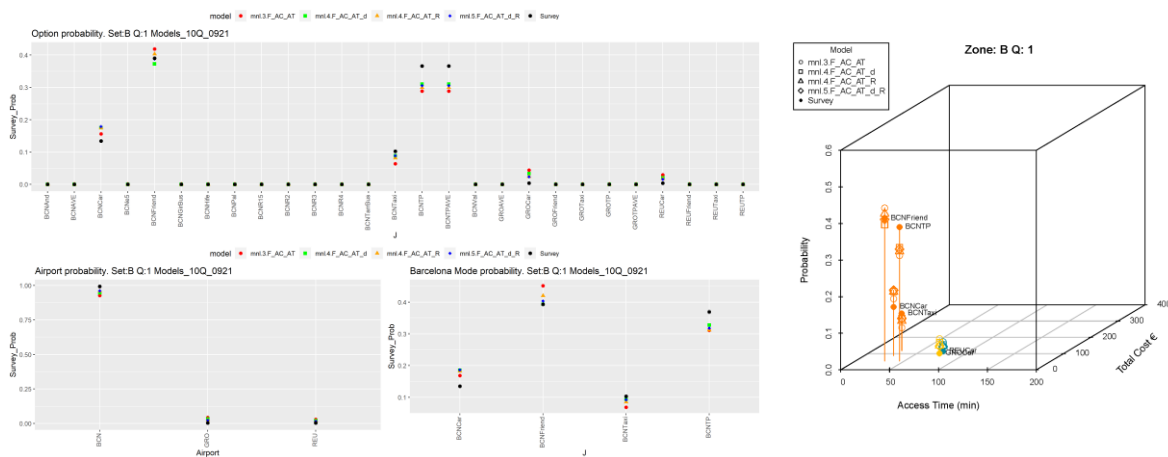
Figura 52. Resultats dels escenaris del model mnl4.F\_AC\_AT\_G.

La Figura 52 mostra els resultats per a la zona de Barcelona. El comportament és l'oposat a l'esperat, a un major preu del bitllet la diferència d'utilitat entre els aeroports distants a Barcelona i l'aeroport principal es redueix, augmentant així el seu interès.

Des d'aquest punt només es comparen els 4 models restants.

A la Figura 53 es mostra l'ajust dels models. En general és pot veure com els models amb un LL més baix són els que donen valors més propers als de l'enquesta i com el model mnl3.F\_AC\_AT és el que pitjors resultats dona a primera vista.

A més d'analitzar els resultats generals, que són l'agregat de totes les preguntes del qüestionari ponderades per el número de respostes que te cada pregunta, és interessant veure com simulen els models les respostes. Les figures següents mostren la probabilitat d'una pregunta Q, d'una zona/set. És pot veure la probabilitat per alternativa J, per Aeroport, la probabilitat de cada mode per a l'aeroport de BCN i a la dreta una gràfica en 3D on és veu la probabilitat (z) en funció del cost total de l'opció (y) i del temps d'accés (y).



## Model

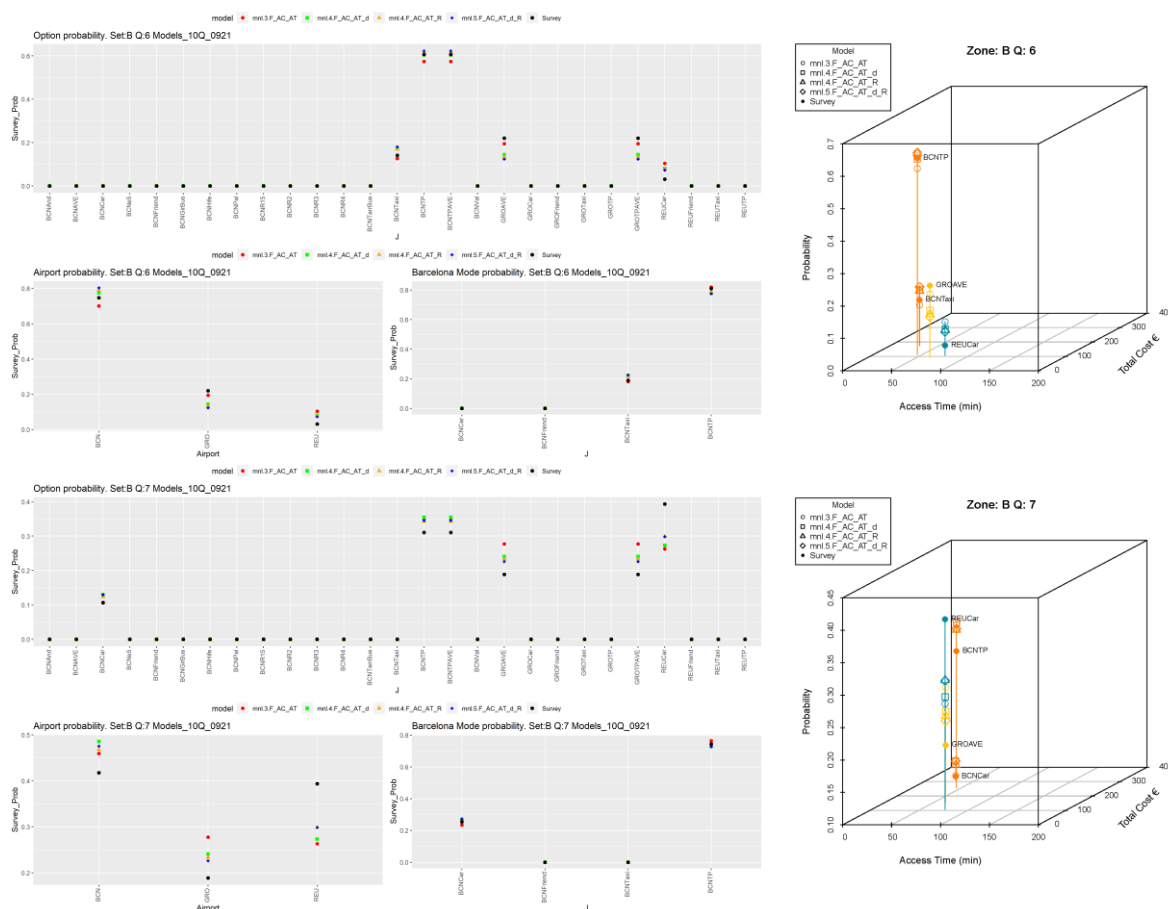


Figura 54. Resultats dels models a 3 preguntes concretes del qüestionari per a la zona Barcelona.

A la Figura 54 és pot veure com per situacions com la pregunta 1, on hi ha diferències notables en el temps d'accés i el cost entre els 3 aeroports tots els models donen resultats adequats però per a preguntes com la 7 on hi ha opcions amb un cost total inferior però un temps d'accés superior, els models distribueixen les probabilitats d'una manera més suavitzada comparat amb les respostes de l'enquesta ja que les diferències en la utilitat entre l'opció GROTP i REUTP no són tan elevades com per a que hi hagi una diferència tan gran en les seves probabilitats.

A la pregunta 6 de Barcelona, és pot veure un dels casos on el model més senzill dona millors resultats que els models amb més variables.

Un clar exemple del comentat al punt 5.3 de que les dades recopilades són insuficients per a poder calibrar els models d'una manera adequada és pot veure a la Figura 55.

A les preguntes 6 de Lleida i Catalunya Central és planteja l'opció de viatjar des de BCN i GRO accedint amb Transport públic o en vehicle privat. En el cas de Lleida, on hi ha 4 enquestats, cap va triar l'opció d'anar a GRO en vehicle privat. Tot i això, el model li dona una probabilitat a aquesta opció d'entre 0.2 i 0.4 en funció del model. El mateix succeeix a la Catalunya Central on cap dels 16 enquestats va creure factible anar a GRO en autobús, Això és deu a que pràcticament cap dels 16 enquestats viu a Manresa o Vic, lloc on para l'autobús, i no van considerar l'opció. Per tant en tots dos casos és impossible assegurar el comportament de la zona en base a 4 i 16 respostes respectivament.

## Model

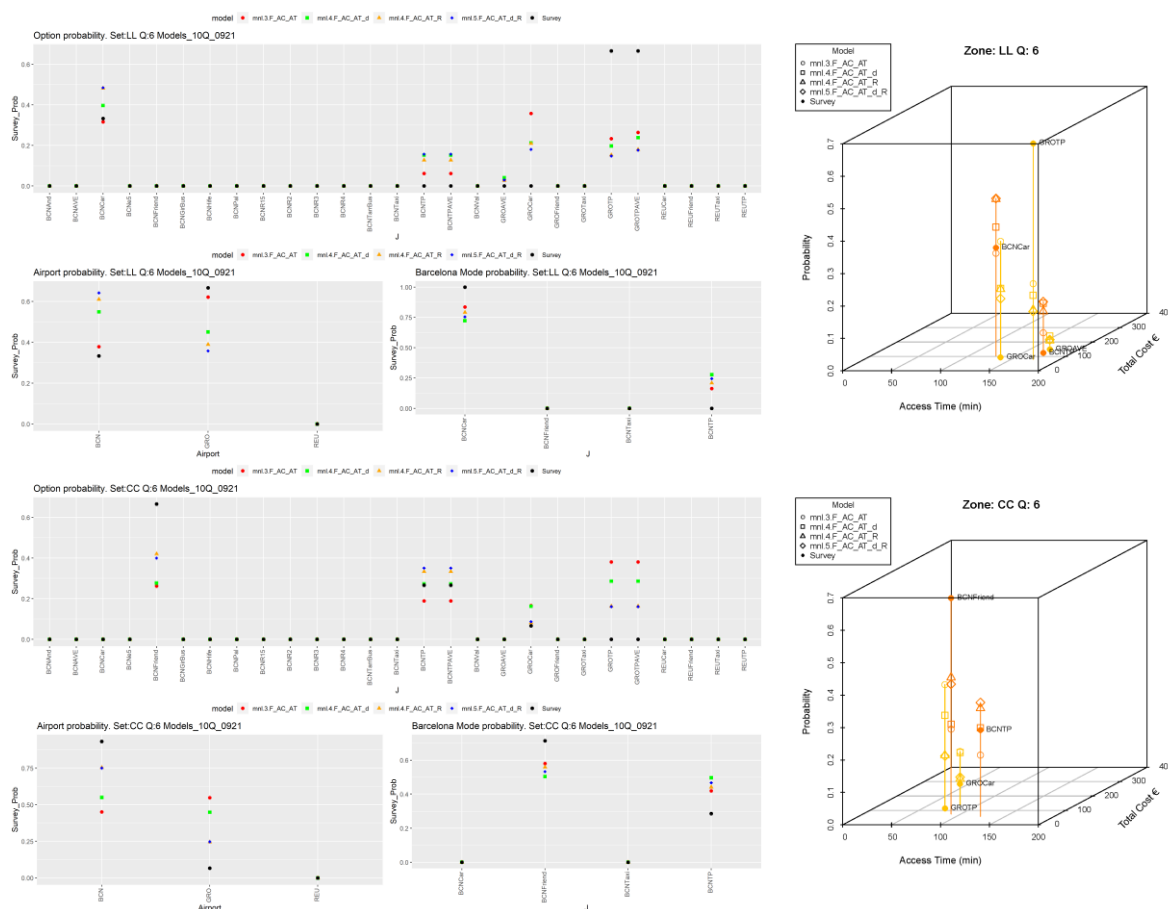


Figura 55. Resultats dels models per a la pregunta 6 de Lleida i Catalunya Central.

## 6.5 Conclusions i Elecció del model

Donada la casuística de unes dades insuficients que fan que no es mostri el comportament estadístic complet de les variables i les interaccions entre elles, és complicat ajustar un model capaç de representar tot l'espectre de l'enquesta.

Les variables preu del bitllet, Preu del transport d'accés i el temps d'accés és demostren indispensables per a modelitzar la situació. El model més sensible a canvis en el preu del transport d'accés i en el temps d'accés és el mnl.3.F.AC.AT.

La variable Atracció aeroport-preu es descarta degut a un comportament il·lògic: A major preu de mercat l'usuari no veu més convenient l'opció de l'aeroport més proper. Figura 52.

La gran majoria dels enquestats són residents dels municipis de l'AMB que paral·lelament són els municipis que més a prop estan de BCN. Això fa que per a la gran majoria d'enquestats hi hagi una relació gairebé directe entre les variables Ràtio passatgers/any i distància a l'aeroport ja que l'aeroport amb un major número de passatgers també és l'aeroport més proper. D'aquesta forma es pot posar en qüestió que matemàticament siguin variables independents i que al model representin diferents aspectes de l'alternativa. És per això que es pot considerar que el model mnl.5.F.AC.AT\_d\_R conté variables dependents matemàticament.



## Model

---

A més aquestes dues variables no varien, convertint-se en constants específiques de cada aeroport. La distància a l'aeroport sí que varia però ho fa per zones, així que es podria entendre com a una diferenciació de les constants específiques de la utilitat per a cada zona de l'enquesta.

També és discutible que no hi hagi correlació entre la distància a l'aeroport i el preu del transport d'accés i/o el temps d'accés ja que com es pot veure a les figures en 3D de la Figura 54 i la Figura 55, les opcions que tenen en comú l'aeroport tenen variacions del temps d'accés o del cost d'accés reduïdes si es compara amb els altres aeroports.

La tipologia del model permet extrapolar el seu us a qualsevol ruta amb una destinació que s'opera des de els tres aeroports.

Segons Louviere (1988) (11), *"El 80% o més de la variància de les dades és pot explicar per els efectes principals, les interaccions de dos termes expliquen més d'un 2% o 3% de la variància, les interaccions de tres termes expliquen una proporció molt petita de la variància, de l'ordre del 0,5% al 1% i les interaccions de major ordre expliquen una proporció minúscula de la variància de les dades."*

És per tots aquests motius (dades insuficients i l'esmentat per Louviere (1988)) que es considera el model més simple com el més oportú per a modelar el comportament dels usuaris davant de les dinàmiques del sistema multiaeroportuari.

## 7 Aplicació

### 7.1 Situació actual. Escenari 0

El primer escenari on s'aplica el model és a la situació actual. És subdivideixen les zones de l'enquesta que es consideren més heterogènies per a que els temps d'accés i els costos d'accés siguin més representatius de cada zona. Aquestes zones són:

- **Alt Pirineu i Aran.** Els accessos als diferents aeroports i els temps varien molt per a cada zona. Per exemple, un resident de La Cerdanya anirà a Girona per la N-260 o la C-16, tardant 2 hores, mentre que un resident de la Vall d'Aran haurà de baixar fins a Lleida per agafar l'Eix transversal o anar per Ponts, tardant prop de 4 hores.
- **Terres de l'Ebre.** El transport públic de les comarques de la Terra Alta i la Ribera d'Ebre és diferent del de les comarques del Baix Ebre i el Montsià. Les últimes tenen accés directe al corredor mediterrani i a l'AP-7 i per tant són comarques que es poden veure beneficiades per millores en el corredor mediterrani. A més, els temps d'accés en transport públic a BCN són diferents entre les dues zones.
- **Girona.** Hi ha una clara diferència entre el Ripollès i la resta de la Vegueria. El Ripollès té accés directe a la xarxa de Rodalies de Barcelona amb la R3 i no té transport públic a GRO mentre que la resta de la Vegueria està millor connectada amb GRO.
- **Penedès.** Tot i que tota la zona té uns temps d'accés en vehicle privat als tres aeroports prou homogenis, hi ha diferències entre el transport públic de l'Anoia, l'Alt Penedès i el Baix Penedès-Garraf. Per anar de l'Anoia a BCN s'ha de fer transbord entre l'e5 i la L9 de metro. Des de l'Alt Penedès hi ha la R4 de Rodalies fins a Sants i el Baix Penedès té la R2 que enllaça amb la línia de l'aeroport a El Prat.

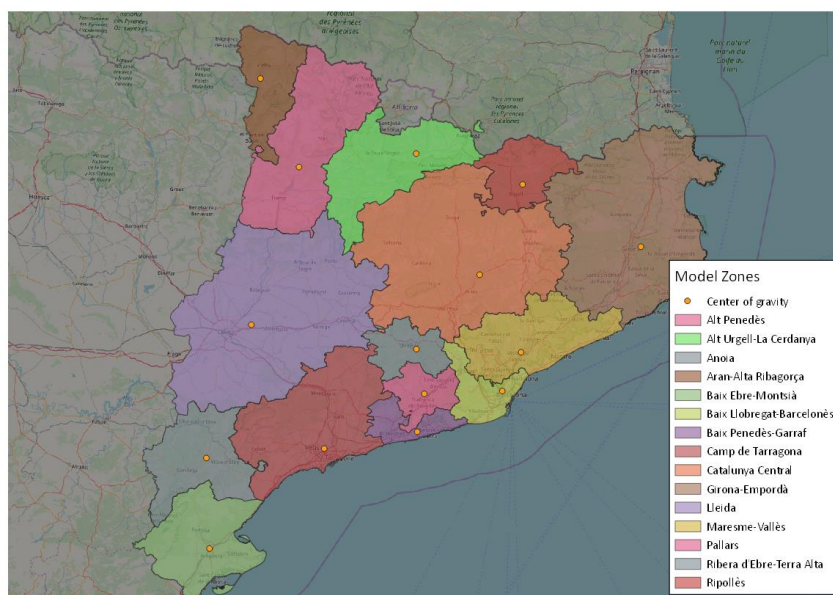


Figura 56. Zones en que s'ha dividit el territori.

## Aplicació

La resta de zones no s'han dividit per què s'ha considerat que, tot i tindre diferents transports públics tots comparteixen temps d'accés semblants o punts en comú com per exemple el Maresme i el Vallès Occidental, des d'on s'ha de fer transbord a Sants per accedir a l'aeroport.

A l'annex de la memòria es pot trobar el temps i cost d'accés de cada zona.

Zona	BCN			GRO			REU		
	Vehicle privat	Taxi	Transport públic	Vehicle privat	Taxi	Transport públic	Vehicle privat	Taxi	Transport públic
Alt Penedès	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Alt Urgell - La Cerdanya	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Anoia	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Aran - Alta Ribagorça	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Baix Ebre - Montsià	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Baix Llobregat - Barcelonès	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Baix Penedès - Garraf	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Camp de Tarragona	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Catalunya Central	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Girona - Empordà	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Lleida	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Maresme - Vallès	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pallars	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Ribera d'Ebre - Terra Alta	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Ripollès	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	

Taula 14. Zones en que s'ha dividit el territori i modes d'accés disponibles a cada aeroport.

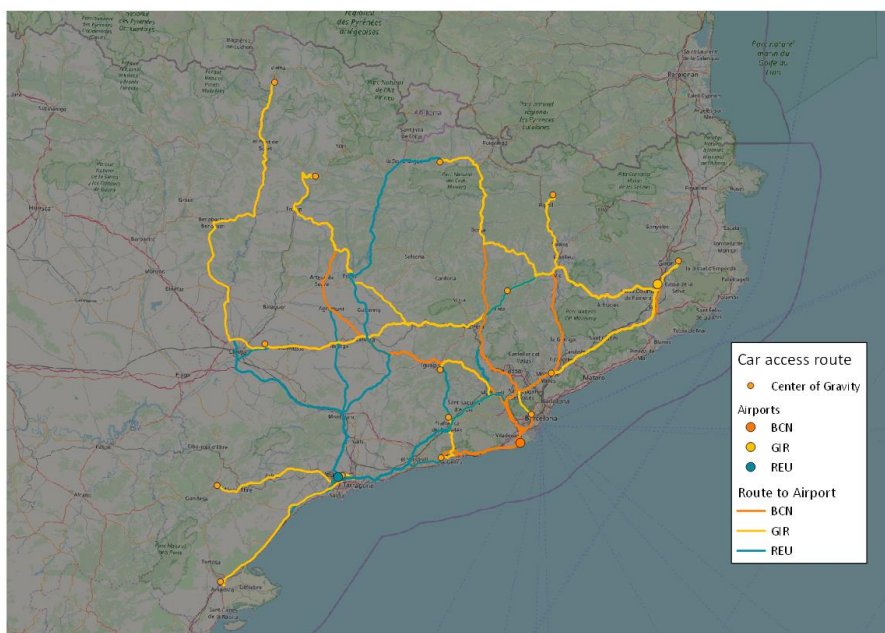


Figura 57. Rutes d'accés als aeroports en vehicle privat.

### 7.1.1 Preu del bitllet. Tasses aeroportuàries

El preu del bitllet d'avió es pot dividir entre dues parts: la que cobra la companyia aèria i les tasses aeroportuàries que cobra el gestor aeroportuari per operar a un determinat aeroport. Partint de la simplificació de que no hi ha diferenciació entre companyies aèries i que totes les rutes operen fins al mateix aeroport de destí, es pot considerar: que els marges de les companyies i els costos són iguals sense importar l'aeroport d'origen i que les tasses de l'aeroport de destí són constants.

## Aplicació

Així, l'única variable del preu del bitllet que pot variar són les tasses de l'aeroport d'origen: BCN, GRO o REU. Aquestes tasses són públiques i es poden trobar a la "Guía de tarifas de Aena 2019"(47)

Les tasses aeroportuàries es poden desglossar en:

- Aterratge
- Estacionament d'aeronaus/ús de passarel·les
- Gestió dels passatgers
- Servei meteorològic
- Servei de trànsit
- Seguretat
- PMR
- Agència estatal

Per a calcular les tasses aeroportuàries s'utilitzen dos avions: el Boeing 737-800, d'ara en endavant B738, i l'Airbus A-320, d'ara en endavant A320, i es suposa una escala de 60 minuts.

Les dades de la Taula 15 s'obtenen dels webs dels fabricants de les aeronaus. El MTOW és el pes màxim permès de l'aeronau abans de l'enlairament.

	B738 (48)	A320 (49)
<i>Fabricant</i>	Boeing	Airbus
<i>MTOW</i>	79 Tm	78 Tm
<i>Capacitat</i>	189 pax	180 pax

*Taula 15. Especificacions avió tipus.*

A la Taula 16 s'observen les tasses aeroportuàries que s'aplicarien a cada aeroport. Si se suposa un preu del bitllet d'anada y tornada de 125€ des de BCN amb un B738, la part del preu que correspon a les tasses aeroportuàries de l'aeroport de destí i els ingressos de la companyia aèria seria de 101.60 €. Des d'aquest punt se suposarà que la part constant del preu del bitllet és de 101.60 € i que l'avió que opera les tres possibles rutes serà el mateix, un B738.

Els preus del bitllet de la ruta operada des de BCN, GRO o REU amb un B738 serien de 125€, 119.47€ i 118.46€ respectivament.

Aeroport Model	BCN B738	GRO B738	REU B738	BCN A320	GRO A320	REU A320
<i>Aterratge</i>	560.39 €	446.01 €	326.69 €	553.29 €	440.36 €	322.55 €
<i>Servei de transit</i>	255.01 €	229.67 €	179.77 €	251.78 €	226.76 €	177.50 €
<i>Gestió passatger , Seguretat i PMR</i>	3377.43 €	2551.50 €	2551.50 €	3216.60 €	2430.00 €	2430.00 €
<i>Passarel·la</i>	101.55 €	-	-	101.55 €	-	-
<i>Estacionament</i>	-	22.72 €	-	-	22.43 €	-
<i>Agència Estatal</i>	115.29 €	115.29 €	115.29 €	109.80 €	109.80 €	109.80 €
<i>Servei meteorològic</i>	13.59 €	13.59 €	13.59 €	13.41 €	13.41 €	13.41 €
<b>Σ</b>	<b>4423.25 €</b>	3378.77 €	<b>3186.84 €</b>	<b>4246.44 €</b>	3242.76 €	<b>3053.26 €</b>
<b>€/Pax</b>	<b>23.40 €</b>	17.88 €	<b>16.86 €</b>	<b>23.59 €</b>	18.02 €	<b>16.96 €</b>
<b>Δ€/Pax</b>	-	5.53 €	6.54 €	-	5.58 €	6.63 €
<b>Preu del Bitllet</b>	125 €	119.47€	118.46€	125.19 €	119.61 €	118.56 €

*Taula 16. Tasses aeroportuàries als aeroports del sistema en funció de l'aeronau.*

## 7.1.2 Resultats Escenari S00

Aplicant el model mnl.3.F\_AC\_AT a l'escenari actual s'obtenen els resultats de la Taula 17. Com és pot veure, la majoria dels usuaris tendeixen a triar l'aeroport amb temps d'accessos i costos d'accessos més baixos.

	BCN	GRO	REU
<b>Alt Penedès</b>	<b>0.592</b>	0.073	0.335
<b>Alt Urgell - La Cerdanya</b>	0.357	<b>0.390</b>	0.253
<b>Anoia</b>	<b>0.707</b>	0.087	0.206
<b>Aran - Alta Ribagorça</b>	0.334	0.149	<b>0.517</b>
<b>Baix Ebre - Montsià</b>	0.071	0.012	<b>0.917</b>
<b>Baix Llobregat - Barcelonès</b>	<b>0.816</b>	0.101	0.083
<b>Baix Penedès - Garraf</b>	<b>0.631</b>	0.045	0.324
<b>Camp de Tarragona</b>	0.039	0.004	<b>0.957</b>
<b>Catalunya Central</b>	0.321	<b>0.634</b>	0.045
<b>Girona - Empordà</b>	0.037	<b>0.959</b>	0.003
<b>Lleida</b>	0.277	0.241	<b>0.482</b>
<b>Maresme - Vallès</b>	<b>0.628</b>	0.295	0.078
<b>Pallars</b>	0.286	0.207	<b>0.507</b>
<b>Ribera d'Ebre - Terra Alta</b>	0.057	0.011	<b>0.933</b>
<b>Ripollès</b>	0.187	<b>0.778</b>	0.034

Taula 17. Escenari S00. Distribució aeroportuària de cada zona.

A les zones properes als aeroports, els viatgers trien els aeroports propers i a les zones entre aeroports: Penedès, Catalunya Central, Lleida, Pirineus i Maresme - Vallès els usuaris es reparteixen entre dos o tres aeroports. A la Taula 17 es pot veure la distribució aeroportuària de cada zona, el color del nom de la zona representa l'aeroport majoritari de cada zona.

Si s'observa les Figures: Figura 58, Figura 59 i Figura 60; es pot veure el cost total desglossat en el cost d'accés a l'aeroport d'origen i en el preu del bitllet, Exceptuant el taxi per als aeroports distants, totes les altres alternatives estan dins d'un rang d'uns 80 €, ja que no superen el preu total de 200€. Si els costos són tots tant similars, com és que en el primer cas, BCN obté una quota del 82%?

Aquest fet es deu al temps d'accés, que és molt més reduït per a les alternatives amb origen BCN.

Com és veu a la Figura 61, la Figura 62 i la Figura 63; el temps d'accés juga un paper molt important en la tria de l'alternativa. Es pot interpretar que l'usuari maximitza la seva utilitat situant-se proper al marge inferior esquerra dels eixos Temps d'accés-Cost total.

És a dir, quan més ràpid sigui l'accés a l'aeroport i més econòmic, millor per a l'usuari. S'ha de tindre en compte que en aquest model no s'està tenint en compte variables com la comoditat del mode d'accés, la fiabilitat del transport o la congestió dels accessos que poden ser factors que juguin un paper important en el vehicle privat i el transport públic.



## Aplicació

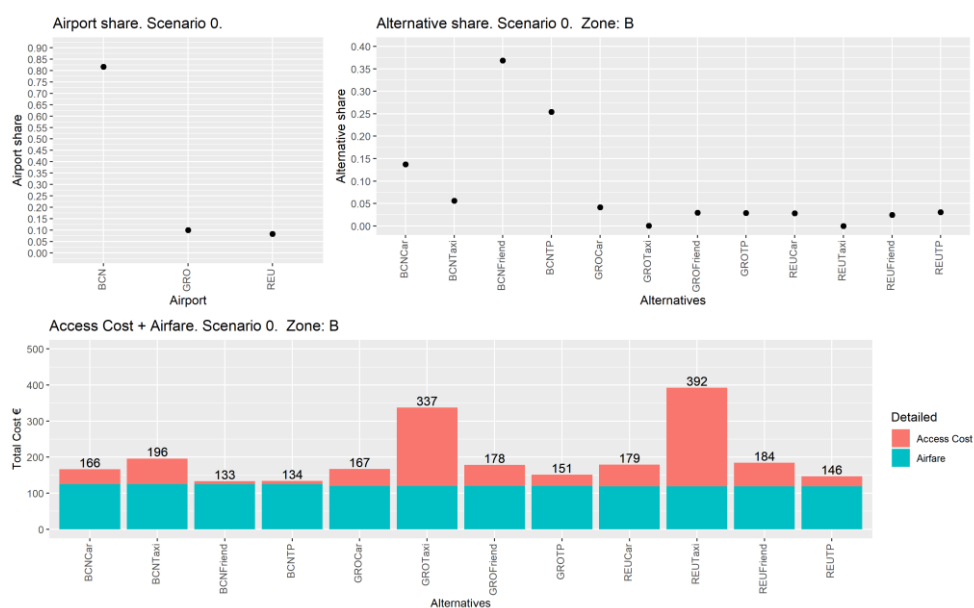


Figura 58. Escenari S00. Distribució modal per la zona del Baix Llobregat - Barcelonès.

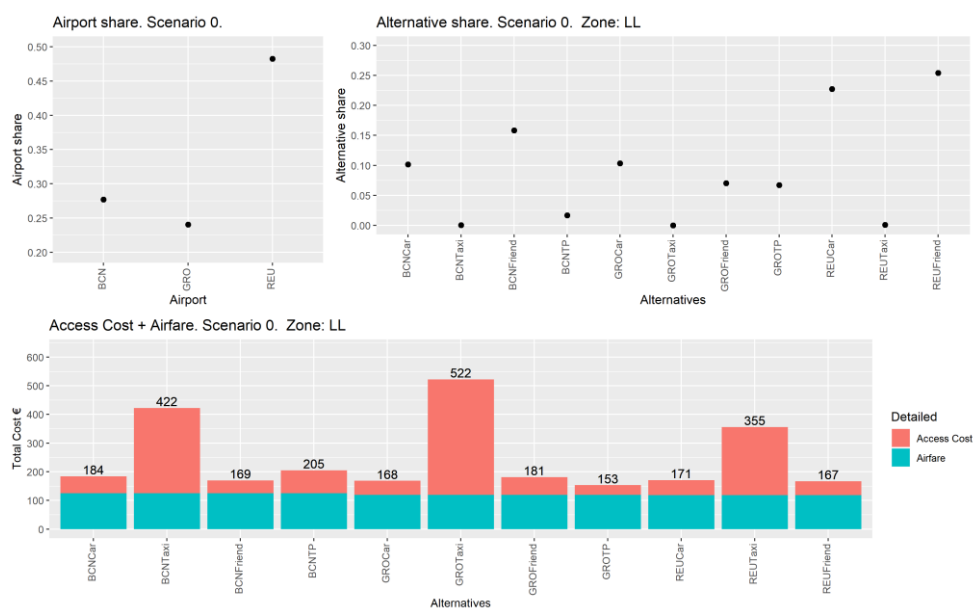


Figura 59. Escenari S00. Distribució modal per la zona de Lleida.

## Aplicació

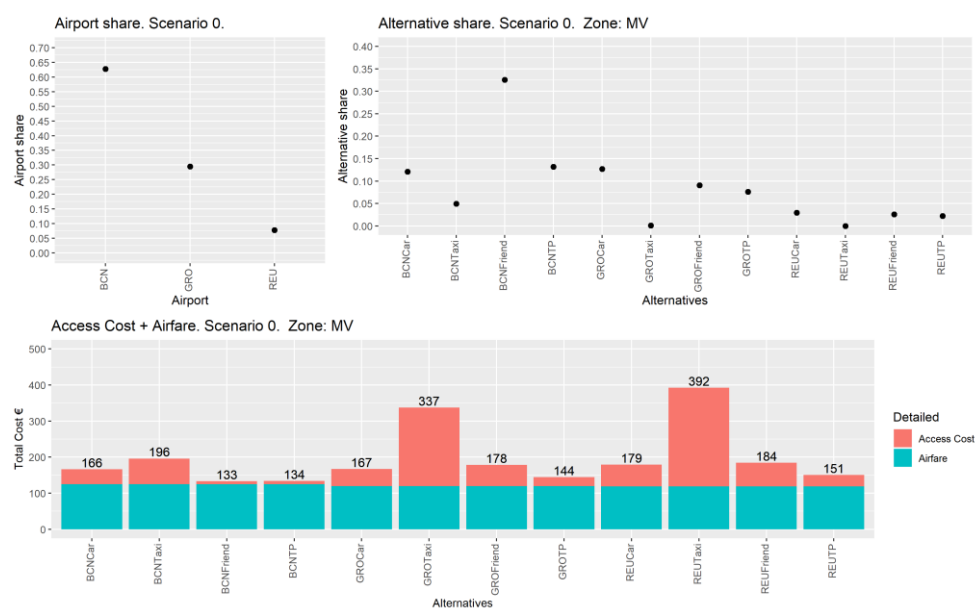


Figura 60. Escenari S00. Distribució modal per la zona del Maresme - Vallès.

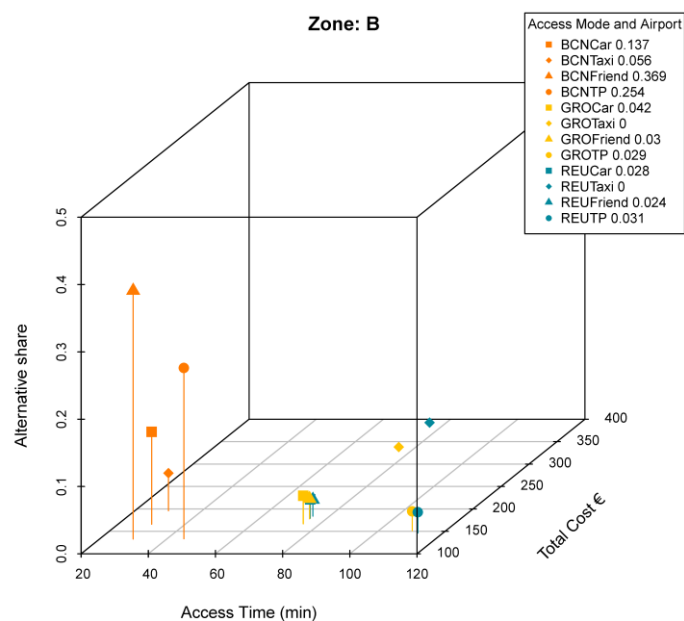


Figura 61. Escenari S00. Distribució modal en 3D per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.

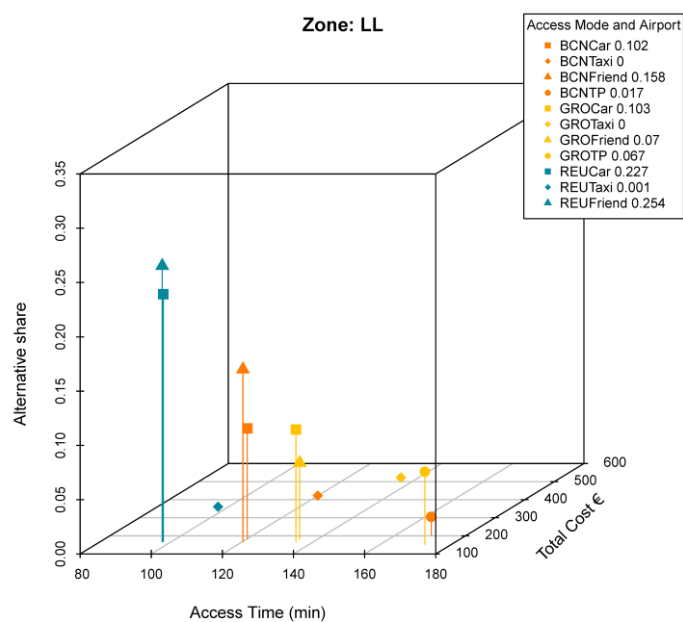
**Aplicació**

Figura 62. Escenari S00. Distribució modal en 3D per la zona de Lleida.

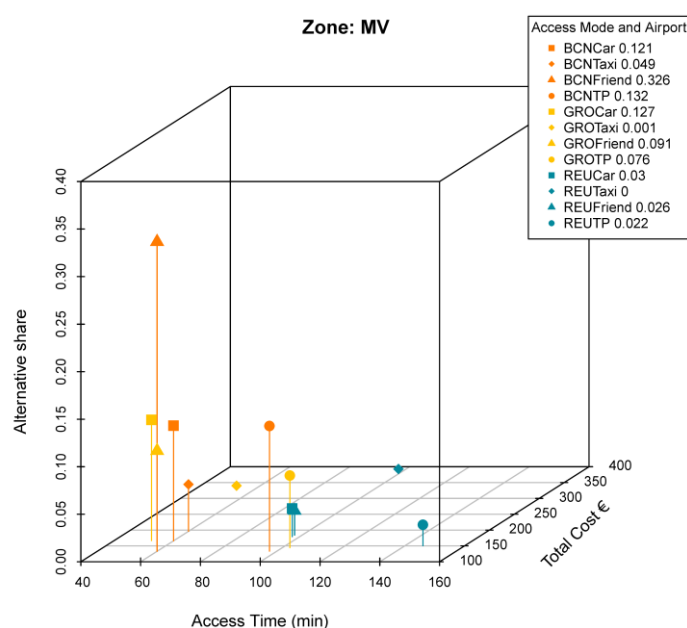


Figura 63. Escenari S00. Distribució modal en 3D per la zona del Maresme-Vallès.

En l'escenari actual, el 70% de la població es troba en zones on l'aeroport de preferència és el de BCN. Aquest resultat es correspon amb les troballes del punt 3.2 El sistema avui en dia i del punt 3.3 Dinàmiques del sistema multiaeroportuari català. La zona més densament poblada, l'àrea metropolitana de Barcelona, és la més propera a BCN i amb l'oferta de preus actual (mateix tipus de companyies operants als tres aeroports) els usuaris, si poden, trien l'aeroport més proper, deixant a GRO i REU amb un mercat d'origen compost per el local.

**Aplicació**

	Població	%
BCN	5 234 503	0.702
GRO	1 141 719	0.153
REU	1 080 743	0.145

Taula 18. Població de les zones on l'aeroport és l'opció amb major % modal.

## 7.2 Variació en funció de cada variable

### 7.2.1 Preu del bitllet

El preu del bitllet és la variable amb una menor elasticitat de les tres variables del model. És la variable amb el paràmetre més petit (en valor absolut) i per tant la variable que menor impacte té el canvi en una unitat del seu valor en la utilitat.

És la variable que més variació pot tindre i el motiu principal per la que els aeroports de GRO i REU van ser competitius durant la primera dècada del s.XXI. Els usuaris amb origen o destí l'àrea metropolitana de Barcelona estaven disposats a un increment en el seu temps d'accés i un increment en el seu cost d'accés a canvi d'una millora en el preu del bitllet i una reducció de la congestió.

A més, és la variable on el gestor aeroportuari, a priori, pot tindre més influència variant les tasses aeroportuàries.

Primer de tot s'avalua el comportament de les diferents zones envers a uns preus del bitllet a GRO i REU més competitius que a BCN. És mira tot l'espectre, des de l'estat actual on els preus són pràcticament iguals fins a l'extrem de que els cost dels bitllets a GRO i REU sigui marginal.

Airport Probability, Airfare Variation, Zone: P\_Alt

Airport Probability, Airfare Variation, Zone: B

Airport Probability, Airfare Variation, Zone: MV

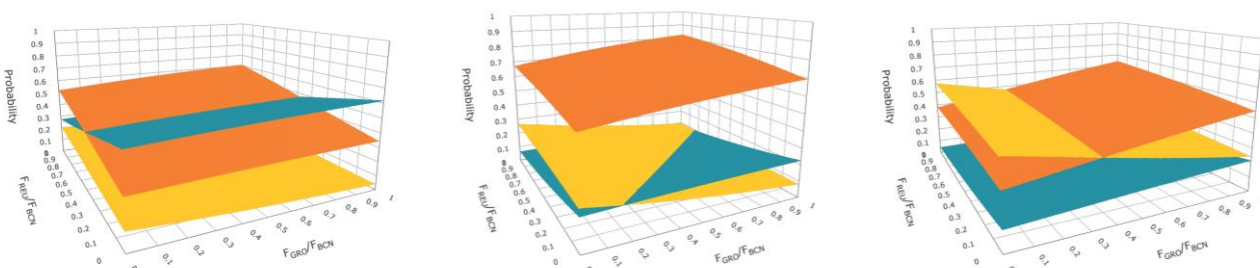


Figura 64. Evolució de la distribució modal dels tres aeroports per a l'Alt Penedès, Baix Llobregat-Barcelonès i Maresme-Vallès en funció de la relació dels preus dels aeroports secundaris amb Barcelona.

	$F_2/F_{BCN}$								
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU
Alt Penedès	<b>0.531</b>	0.085	0.384	<b>0.455</b>	0.099	0.446	0.381	0.112	<b>0.507</b>
$\Delta$	-0.103	0.157	0.148	-0.231	0.346	0.333	-0.356	0.529	0.515
Alt Urgell - La Cerdanya	0.302	<b>0.426</b>	0.273	0.242	<b>0.462</b>	0.296	0.190	<b>0.494</b>	0.316
$\Delta$	-0.155	0.090	0.080	-0.324	0.185	0.173	-0.468	0.265	0.252
Anoia	<b>0.653</b>	0.104	0.243	<b>0.581</b>	0.126	0.294	<b>0.505</b>	0.148	0.346
$\Delta$	-0.077	0.193	0.181	-0.178	0.442	0.427	-0.285	0.701	0.683

**Aplicació**

	$F_2/F_{BCN}$ 0.75			0.5			0.25		
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU
Aran - Alta Ribagorça	0.281	0.162	<b>0.556</b>	0.224	0.175	<b>0.601</b>	0.175	0.186	<b>0.639</b>
$\Delta$	-0.158	0.087	0.077	-0.330	0.174	0.163	-0.475	0.248	0.235
Baix Ebre - Montsià	0.057	0.013	<b>0.931</b>	0.042	0.013	<b>0.945</b>	0.032	0.013	<b>0.956</b>
$\Delta$	-0.205	0.025	0.016	-0.404	0.041	0.031	-0.556	0.049	0.043
Baix Llobregat - Barcelonès	<b>0.775</b>	0.123	0.102	<b>0.718</b>	0.155	0.127	<b>0.652</b>	0.191	0.157
$\Delta$	-0.050	0.226	0.217	-0.120	0.540	0.528	-0.201	0.900	0.881
Baix Penedès - Garraf	<b>0.572</b>	0.053	0.375	<b>0.497</b>	0.062	0.442	0.421	0.071	<b>0.508</b>
$\Delta$	-0.093	0.169	0.159	-0.213	0.379	0.364	-0.333	0.584	0.569
Camp de Tarragona	0.031	0.004	<b>0.965</b>	0.023	0.004	<b>0.973</b>	0.017	0.004	<b>0.979</b>
$\Delta$	-0.214	0.025	0.008	-0.417	0.025	0.017	-0.567	0.025	0.023
Catalunya Central	0.268	<b>0.684</b>	0.049	0.212	<b>0.735</b>	0.052	0.166	<b>0.779</b>	0.055
$\Delta$	-0.165	0.079	0.070	-0.338	0.160	0.150	-0.483	0.229	0.218
Girona - Empordà	0.029	<b>0.968</b>	0.003	0.022	<b>0.975</b>	0.003	0.016	<b>0.981</b>	0.003
$\Delta$	-0.223	0.009	0.000	-0.418	0.016	0.000	-0.571	0.022	0.000
Lleida	0.230	0.258	<b>0.512</b>	0.181	0.275	<b>0.545</b>	0.140	0.288	<b>0.572</b>
$\Delta$	-0.170	0.072	0.062	-0.348	0.141	0.130	-0.496	0.198	0.186
Maresme - Vallès	<b>0.567</b>	0.344	0.090	<b>0.491</b>	0.404	0.105	0.416	<b>0.464</b>	0.121
$\Delta$	-0.097	0.166	0.153	-0.218	0.371	0.356	-0.338	0.573	0.555
Pallars	0.238	0.222	<b>0.540</b>	0.187	0.237	<b>0.576</b>	0.145	0.250	<b>0.605</b>
$\Delta$	-0.168	0.074	0.064	-0.346	0.147	0.135	-0.493	0.206	0.194
Ribera d'Ebre - Terra Alta	0.045	0.011	<b>0.944</b>	0.034	0.011	<b>0.955</b>	0.025	0.011	<b>0.964</b>
$\Delta$	-0.209	0.019	0.012	-0.411	0.028	0.025	-0.560	0.038	0.034
Ripollès	0.151	<b>0.813</b>	0.036	0.116	<b>0.847</b>	0.037	0.088	<b>0.874</b>	0.038
$\Delta$	-0.191	0.045	0.035	-0.379	0.088	0.078	-0.528	0.122	0.110

Taula 19. Distribució modal de les zones en funció de la relació Preu del bitllet a l'aeroport secundari ( $F_2$ )/bitllet a BCN ( $F_{BCN}$ ).

Avaluant el percentatge modal global de cada aeroport, ponderant la distribució modal de cada zona en funció de la seva població, s'obté com varia la distribució a mesura que els preus de GRO i REU són més baixos.

A mesura que els preus de REU i GRO baixen, els usuaris veuen una compensació en l'increment del temps i cost d'accés a canvi d'un estalvi econòmic en els preus del bitllet.

S'ha de tindre en compte que una relació entre els bitllets de 0.25 equival a que si BCN té un preu mig de 150€ anar i tornar, els aeroports secundaris haurien de tindre un preu mig de 37.5€.

$F_2/F_{BCN}$	1	0.75	0.5	0.25
BCN	0.56	0.52	0.47	0.41
$\Delta_{BCN}$		-0.07	-0.17	-0.27
GRO	0.25	0.28	0.31	0.34
$\Delta_{GRO}$		0.10	0.23	0.36
REU	0.19	0.20	0.22	0.25
$\Delta_{REU}$		0.08	0.20	0.31

Taula 20. Distribució modal de Catalunya en funció de la relació Bitllet a l'aeroport secundari ( $F_2$ )/bitllet a BCN ( $F_{BCN}$ ).

## Aplicació

Com s'observa a la Taula 19, les zones on l'aeroport de preferència són els secundaris, la seva atracció augmenta i és a les zones on BCN predomina que els aeroports secundaris van augmentant considerablement la seva quota de mercat. A la Figura 64 es veuen tres zones amb preferència per BCN i com amb l'augment de la diferència de preus, els aeroports secundaris van guanyant terreny a BCN. També es pot veure com els aeroports secundaris que augmenten a cada zona són els més propers a la zona i com si l'aeroport secundari més proper no modifica els preus (mantenint el mateix preu que BCN) i només ho fa el llunyà, aquest guanya quota de mercat però en cap de les tres zones arriba a superar la quota de l'altre aeroport secundari.

És interessant observar com les zones més densament poblades són les que queden just entre els dos aeroports secundaris, en el cas de l'àrea del Baix Llobregat-Barcelonès al estar al punt mig, reacciona pràcticament igual a una reducció del preu a GRO que a REU.

Tot i la millora de la quota dels aeroports secundaris, a les zones localitzades entre un aeroport secundari i el principal no és fins a una diferència dels preus superior al 50% que l'aeroport secundari passa a ser el que té una major quota de mercat.

### 7.2.1.1 Variació de les tasses aeroportuàries

S'ha identificat que amb una diferència de preus entre els bitllets a l'aeroport principal i als secundaris és possible atraure passatgers de les zones on el principal predomina i per tant s'augmenta el mercat potencial dels aeroports secundaris. Per tant, s'ha de determinar si variant les tasses aeroportuàries es pot arribar a una diferència de preus prou competitiva com per a atraure passatgers.

Les tasses actuals per a operar un B738 i fer una estada de 60 minuts a l'aeroport són de 4423.25 € a BCN, 3378.77 € a GRO i 3186.84 € a REU. Quin marge de maniobra té el gestor aeroportuari per a modificar aquestes tasses?

El gestor pot fer dues coses, reduir les tasses aeroportuàries als aeroports secundaris i incrementar les tasses a l'aeroport principal per a així augmentar la diferència entre les dues tasses. D'aquesta manera el preu mig d'un bitllet a l'aeroport principal augmenta i el preu mig a l'aeroport secundari baixa.

Se suposa una variació lineal de les tasses a BCN des de els 23.40€/pax fins als 50.00€/pax i als aeroports secundaris la variació és des de el nivell actual fins als 5€. A la Taula 21 és pot traslladaria aquesta variació a la taxa aeroportuària total per aeronau i quin impacte tindria en el bitllet.

<i>Tassa aeroportuària a BCN</i>	<i>Tassa aeroportuària a l'aeroport secundari</i>	$\Delta$	<i>€/pax BCN</i>	<i>€/pax Secundari</i>	<i>Preu bitllet BCN</i>	<i>Preu bitllet aeroport secundari</i>
4423.25 €	3378.77 €	1044.49 €	23.40 €	17.88 €	125.00 €	119.47 €
4423.25 €	3186.84 €	1236.42 €	23.40 €	16.86 €	125.00 €	118.46 €
4632.70 €	3093.43 €	1539.27 €	24.51 €	16.37 €	126.11 €	117.96 €
4842.15 €	3000.02 €	1842.13 €	25.62 €	15.87 €	127.22 €	117.47 €
5051.60 €	2906.61 €	2144.99 €	26.73 €	15.38 €	128.32 €	116.98 €
5261.04 €	2813.20 €	2447.85 €	27.84 €	14.88 €	129.43 €	116.48 €
5470.49 €	2719.79 €	2750.70 €	28.94 €	14.39 €	130.54 €	115.99 €
5679.94 €	2626.38 €	3053.56 €	30.05 €	13.90 €	131.65 €	115.49 €
5889.39 €	2532.97 €	3356.42 €	31.16 €	13.40 €	132.76 €	115.00 €
6098.83 €	2439.56 €	3659.28 €	32.27 €	12.91 €	133.87 €	114.50 €
6308.28 €	2346.15 €	3962.13 €	33.38 €	12.41 €	134.97 €	114.01 €



**Aplicació**

<i>Tassa aeroportuària a BCN</i>	<i>Tassa aeroportuària a l'aeroport secundari</i>	$\Delta$	<i>€/pax BCN</i>	<i>€/pax Secundari</i>	<i>Preu bitllet BCN</i>	<i>Preu bitllet aeroport secundari</i>
6517.73 €	2252.74 €	4264.99 €	34.49 €	11.92 €	136.08 €	113.52 €
6727.18 €	2159.33 €	4567.85 €	35.59 €	11.43 €	137.19 €	113.02 €
6936.63 €	2065.92 €	4870.71 €	36.70 €	10.93 €	138.30 €	112.53 €
7146.07 €	1972.51 €	5173.57 €	37.81 €	10.44 €	139.41 €	112.03 €
7355.52 €	1879.10 €	5476.42 €	38.92 €	9.94 €	140.51 €	111.54 €
7564.97 €	1785.69 €	5779.28 €	40.03 €	9.45 €	141.62 €	111.04 €
7774.42 €	1692.28 €	6082.14 €	41.13 €	8.95 €	142.73 €	110.55 €
7983.87 €	1598.87 €	6385.00 €	42.24 €	8.46 €	143.84 €	110.06 €
8193.31 €	1505.46 €	6687.85 €	43.35 €	7.97 €	144.95 €	109.56 €
8402.76 €	1412.05 €	6990.71 €	44.46 €	7.47 €	146.06 €	109.07 €
8612.21 €	1318.64 €	7293.57 €	45.57 €	6.98 €	147.16 €	108.57 €
8821.66 €	1225.23 €	7596.43 €	46.68 €	6.48 €	148.27 €	108.08 €
9031.10 €	1131.82 €	7899.29 €	47.78 €	5.99 €	149.38 €	107.59 €
9240.55 €	1038.41 €	8202.14 €	48.89 €	5.49 €	150.49 €	107.09 €
9450.00 €	945.00 €	8505.00 €	50.00 €	5.00 €	151.60 €	106.60 €

*Taula 21. Variació de les taxes aeroportuàries.*

La coordinació de les taxes pot ser, de l'aeroport principal amb un sol aeroport secundari o bé simultàniament amb els dos aeroports secundaris. La Figura 65 mostra com varien els preus del bitllet d'avió en funció de la diferència de les taxes aeroportuàries entre l'aeroport principal i els secundaris.

Si el gestor aeroportuari decideix només variar la taxa a BCN, els aeroports secundaris mantindrien el seu preu mig del bitllet (línia groga i verda) mentre s'incrementa a BCN. Si el gestor decideix modificar les taxes d'un dels aeroports secundaris coordinadament amb BCN, el preu mig del bitllet a l'aeroport secundari seguiria la línia lila mentre que l'altre aeroport seguiria mantenint el preu mig.

Al incrementar el preu del bitllet a BCN i un dels dos aeroports secundaris, la utilitat de les alternatives amb origen BCN disminueix i la de les alternatives amb origen l'aeroport secundari augmenta, reduint així la diferència entre les utilitats i augmentant la quota de mercat de l'aeroport secundari coordinat.

La utilitat de les alternatives amb origen el segon aeroport secundari no varia però al reduir-se la utilitat de l'aeroport de BCN es modifica la diferència entre les utilitats i per tant, l'aeroport secundari que no ha modificat les seves taxes també veurà com la seva quota de mercat millora.

En un escenari on només un aeroport secundari assumeix la reducció d'ingressos (primera i segona gràfica de la Figura 66) i varia les tarifes coordinadament amb BCN, l'altre aeroport secundari, tot i no fer cap esforç financer, veu com la seva quota de mercat augmenta gràcies a l'augment de les taxes a BCN. Així l'aeroport secundari que fa l'esforç no és l'únic beneficiat de la mesura.

D'aquest aspecte és pot extreure que només dues línies d'actuació són possibles: increment de les taxes a BCN o gestió coordinada de les taxes entre els tres aeroports, augmentant les taxes a BCN i reduint-les a GRO i REU.

## Aplicació

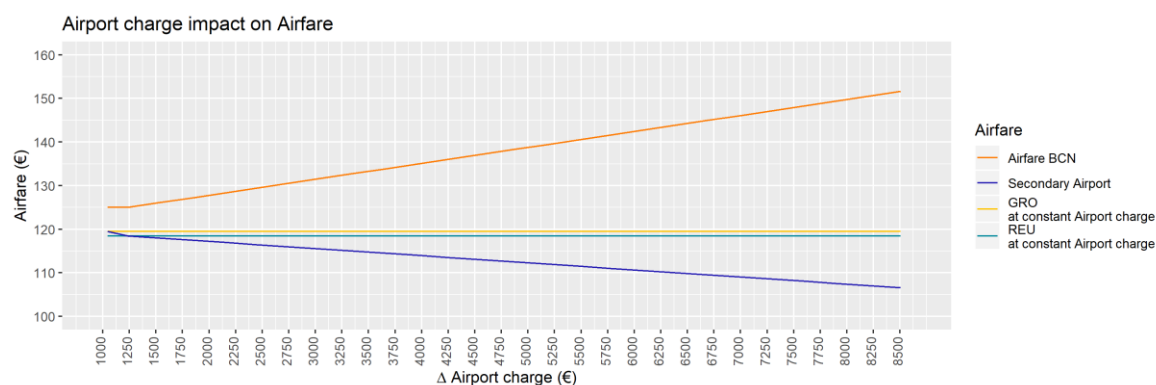


Figura 65. Impacte de la taxa aeroportuària al bitllet.

Si la variació màxima de les taxes és l'establerta a la Taula 21, el rang màxim de canvi dins de la Figura 64 és l'expressat a la Figura 67 on es remarca en un color més fosc com varia la quota de cada aeroport en funció de si només es modifiquen les taxes d'un aeroport secundari o de tots dos. Un zoom en 2D per al cas de BCN és pot veure a la Figura 66 on cada gràfica representa un dels tres talls fosc.

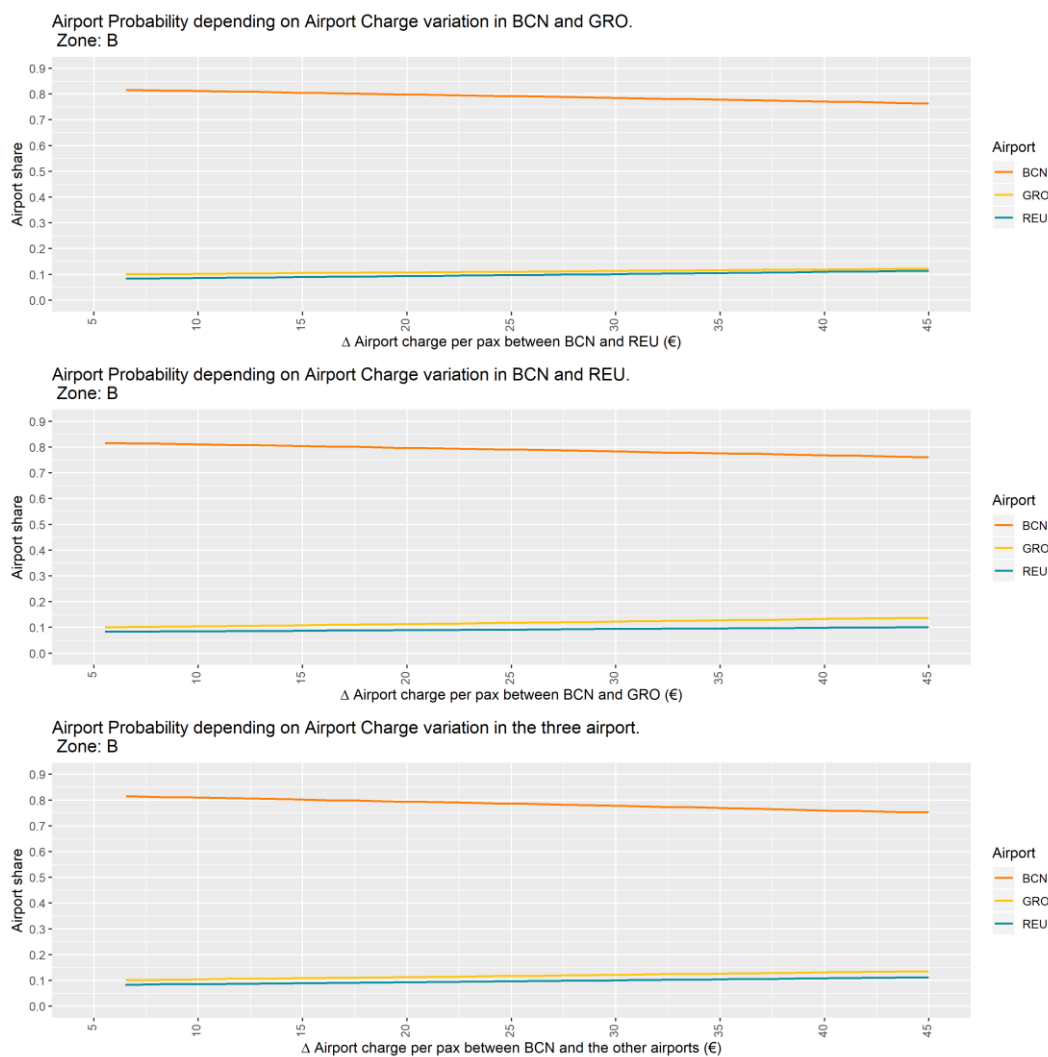
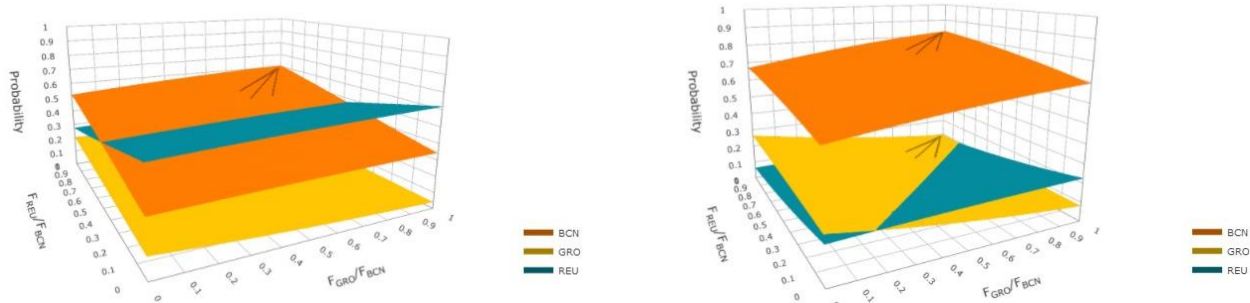


Figura 66. Variació de la distribució modal segons la diferència de preu entre els bitllets d'avió a l'aeroport principal i als secundaris en funció de la estratègia de gestió de les taxes.

## Aplicació

Airport Probability. Airfare Variation and Feasible Airport charge variation. Zone: P\_Alt

Airport Probability. Airfare Variation and Feasible Airport charge variation. Zone: B



Airport Probability. Airfare Variation and Feasible Airport charge variation. Zone: MV

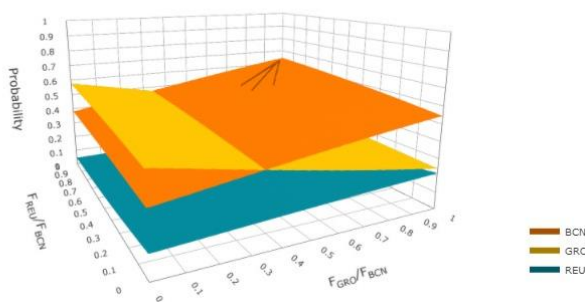


Figura 67. Evolució de la distribució modal dels tres aeroports per a l'Alt Penedès, Baix Llobregat-Barcelonès i Maresme-Vallès en funció de la relació dels preus dels aeroports secundaris amb Barcelona marcat en fosc el rang que en que es pot moure la distribució modal en funció de la variació de les taxes.

### 7.2.1.2 Escenari S01 i S02

Tot i que els aeroports són gestionats per AENA i els balanços econòmics de cada aeroport d'AENA són desconeguts, d'aquesta dissertació sobre el preu del bitllet s'extreu que la gestió aeroportuària i variació de les taxes ha de ser coordinada entre els tres aeroports per a evitar que un dels dos aeroports secundaris assumeixi tots els riscos econòmics de baixar les taxes mentre l'altre també es veu beneficiat de la pujada de taxes a BCN però no redueix les seves taxes.

Es construeixen dos possibles escenaris, un on la diferència de taxes aeroportuàries entre els aeroports secundaris i el principal és de 30€/pax i un segon escenari on la diferència és de 45€/pax.

Per a evitar un increment molt elevat de les taxes aeroportuàries a BCN, es fixa la taxa aeroportuària a GRO i REU en 5€/pax o 945€ per aeronau als dos escenaris; 35€/pax o 6615€ per aeronau a BCN a l'escenari S01 i 50€/pax o 9450€ per aeronau a l'escenari S02.

Així, els bitllets d'avió queden en 106.60 € a GRO i REU; 136.60 € a BCN per el S01 i en 151.60 € per a l'escenari S02.

## Aplicació

En tots dos casos els aeroports secundaris guanyen quota en el mercat però degut a la poca incisió en el preu final del bitllet, aquesta mesura no es capaç de canviar dràsticament la distribució modal de cap zona. No hi ha cap canvi d'aeroport preferent en cap zona.

	S00	S01	S02
BCN	0.560	0.522	0.496
$\Delta_{BCN}$		-0.07	-0.11
GRO	0.253	0.277	0.292
$\Delta_{GRO}$		0.09	0.16
REU	0.187	0.202	0.212
$\Delta_{REU}$		0.08	0.13

Taula 22. Distribució modal de Catalunya per a l'escenari S01 i S02.

A l'escenari S01 les tasses aeroportuàries a BCN s'incrementarien un 50%, a GRO es reduirien en un 72% i a REU en un 70%. Aquestes variacions tant elevades dels preus al dividir-les per el número total de passatgers és dilueixen i acaben representant una diferència entre les tasses dels aeroports de 30€/pax.

A l'escenari S02, les tasses aeroportuàries s'incrementen un 113% però només s'assoleix una diferència entre tasses de 45€/pax.

És així com, tot i la diferència de tasses de 5670€ i 8505€ entre els aeroports, a la zona del Baix Llobregat-Barcelonès, s'aconsegueix reduir la quota de BCN en un 0.05 i un 0.08 per a cada escenari. En el global de Catalunya l'aeroport principal veu reduïda la seva participació modal en un 0.07 i 0.11 respectivament.

Com és pot veure a la Figura 70 i a la Figura 71, l'increment del preu a BCN només aconsegueix igualar els costos amb els altres aeroports però com que el temps d'accés segueix sent molt més inferior, els usuaris no veuen compensat l'increment en el temps d'accés amb l'estalvi de 30€ o 45€ en el preu del bitllet. Cal recordar que el valor del temps d'accés per als usuaris és de 76.01€/hora i per tant, és requereix un estalvi econòmic elevat per a compensar l'increment del temps d'accés.

## Aplicació

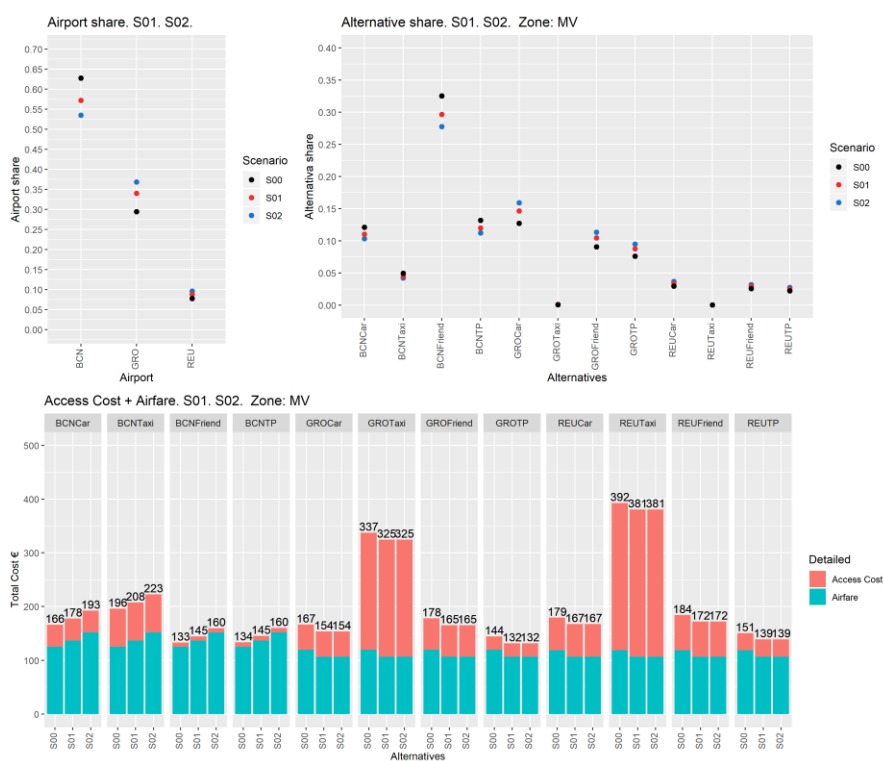


Figura 68. Escenaris S01 i S02. Distribució modal per la zona del Maresme-Vallès.

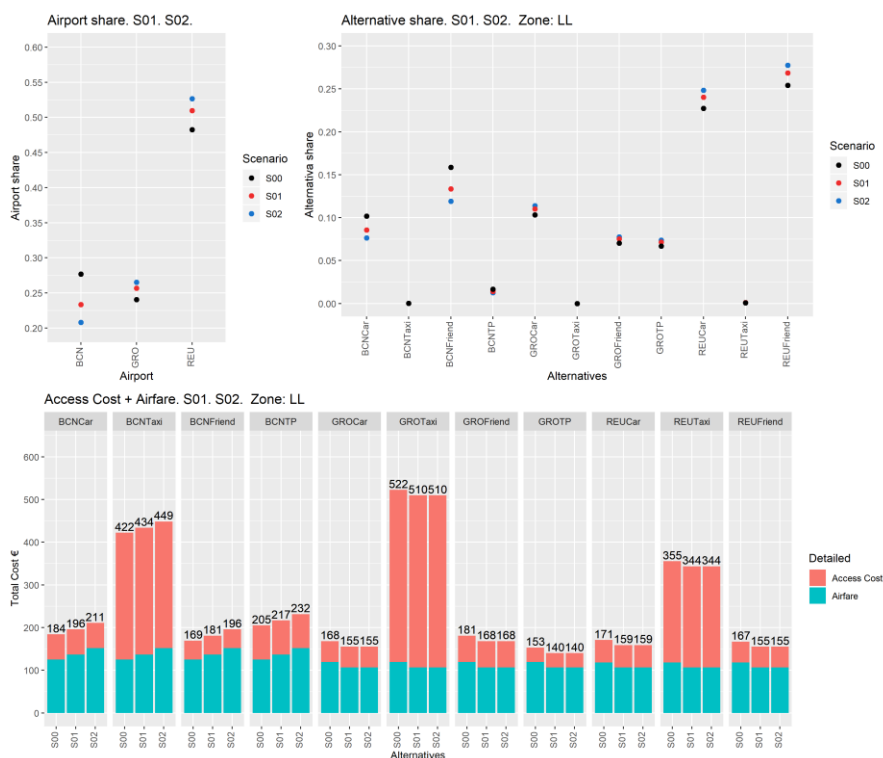


Figura 69. Escenaris S01 i S02. Distribució modal per la zona de Lleida..

## Aplicació

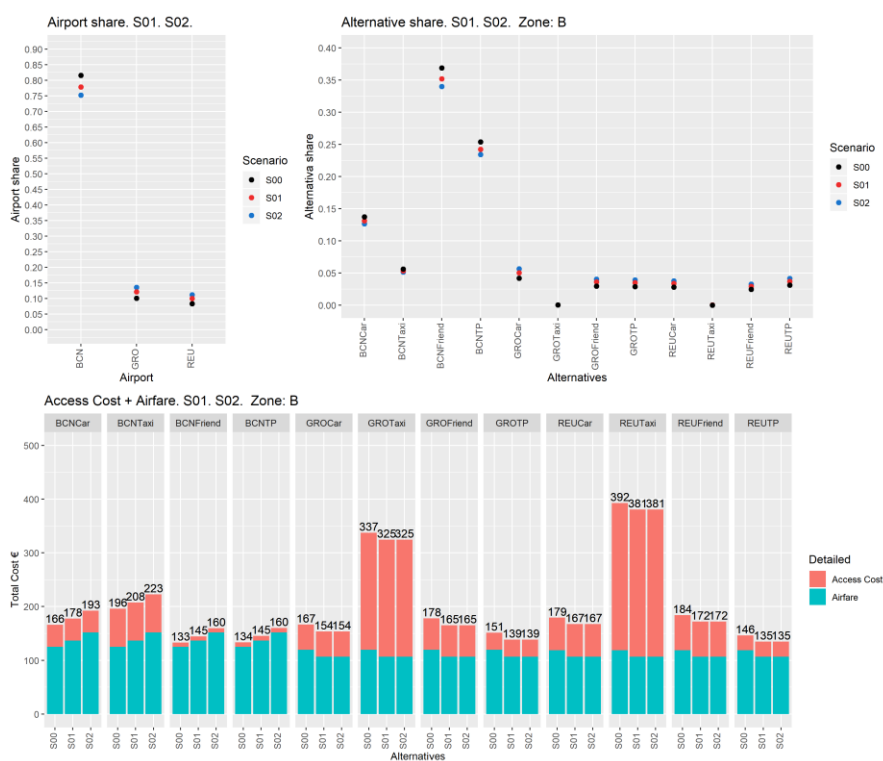


Figura 70. Escenaris S01 i S02. Distribució modal per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.

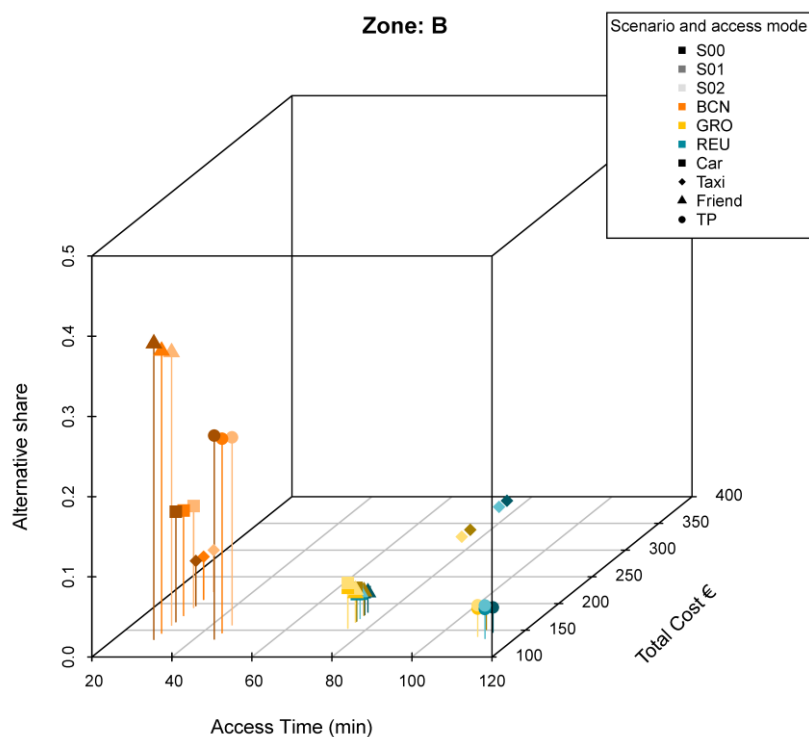


Figura 71. Escenari S01 i S02. Distribució modal en 3D per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.



**Aplicació**

Escenari	S00			S01			S02		
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU
Alt Penedès	<b>0.531</b>	0.085	0.384	<b>0.455</b>	0.099	0.446	0.381	0.112	<b>0.507</b>
Δ	-0.103	0.157	0.148	-0.231	0.346	0.333	-0.356	0.529	0.515
Alt Urgell - La Cerdanya	0.302	<b>0.426</b>	0.273	0.242	<b>0.462</b>	0.296	0.190	<b>0.494</b>	0.316
Δ	-0.155	0.090	0.080	-0.324	0.185	0.173	-0.468	0.265	0.252
Anoia	<b>0.653</b>	0.104	0.243	<b>0.581</b>	0.126	0.294	<b>0.505</b>	0.148	0.346
Δ	-0.077	0.193	0.181	-0.178	0.442	0.427	-0.285	0.701	0.683
Aran - Alta Ribagorça	0.281	0.162	<b>0.556</b>	0.224	0.175	<b>0.601</b>	0.175	0.186	<b>0.639</b>
Δ	-0.158	0.087	0.077	-0.330	0.174	0.163	-0.475	0.248	0.235
Baix Ebre - Montsià	0.057	0.013	<b>0.931</b>	0.042	0.013	<b>0.945</b>	0.032	0.013	<b>0.956</b>
Δ	-0.205	0.025	0.016	-0.404	0.041	0.031	-0.556	0.049	0.043
Baix Llobregat - Barcelonès	<b>0.775</b>	0.123	0.102	<b>0.718</b>	0.155	0.127	<b>0.652</b>	0.191	0.157
Δ	-0.050	0.226	0.217	-0.120	0.540	0.528	-0.201	0.900	0.881
Baix Penedès - Garraf	<b>0.572</b>	0.053	0.375	<b>0.497</b>	0.062	0.442	0.421	0.071	<b>0.508</b>
Δ	-0.093	0.169	0.159	-0.213	0.379	0.364	-0.333	0.584	0.569
Camp de Tarragona	0.031	0.004	<b>0.965</b>	0.023	0.004	<b>0.973</b>	0.017	0.004	<b>0.979</b>
Δ	-0.214	0.025	0.008	-0.417	0.025	0.017	-0.567	0.025	0.023
Catalunya Central	0.268	<b>0.684</b>	0.049	0.212	<b>0.735</b>	0.052	0.166	<b>0.779</b>	0.055
Δ	-0.165	0.079	0.070	-0.338	0.160	0.150	-0.483	0.229	0.218
Girona - Empordà	0.029	<b>0.968</b>	0.003	0.022	<b>0.975</b>	0.003	0.016	<b>0.981</b>	0.003
Δ	-0.223	0.009	0.000	-0.418	0.016	0.000	-0.571	0.022	0.000
Lleida	0.230	0.258	<b>0.512</b>	0.181	0.275	<b>0.545</b>	0.140	0.288	<b>0.572</b>
Δ	-0.170	0.072	0.062	-0.348	0.141	0.130	-0.496	0.198	0.186
Maresme - Vallès	<b>0.567</b>	0.344	0.090	<b>0.491</b>	0.404	0.105	0.416	<b>0.464</b>	0.121
Δ	-0.097	0.166	0.153	-0.218	0.371	0.356	-0.338	0.573	0.555
Pallars	0.238	0.222	<b>0.540</b>	0.187	0.237	<b>0.576</b>	0.145	0.250	<b>0.605</b>
Δ	-0.168	0.074	0.064	-0.346	0.147	0.135	-0.493	0.206	0.194
Ribera d'Ebre - Terra Alta	0.045	0.011	<b>0.944</b>	0.034	0.011	<b>0.955</b>	0.025	0.011	<b>0.964</b>
Δ	-0.209	0.019	0.012	-0.411	0.028	0.025	-0.560	0.038	0.034
Ripollès	0.151	<b>0.813</b>	0.036	0.116	<b>0.847</b>	0.037	0.088	<b>0.874</b>	0.038
Δ	-0.191	0.045	0.035	-0.379	0.088	0.078	-0.528	0.122	0.110

Taula 23. Distribució modal de les zones per a l'escenari S01 i S02.

A la Taula 23 s'observa la distribució modal de cada zona per als dos escenaris plantejats. Les conclusions que es poden extreure d'aquests escenaris són:

- Si es realitza una coordinació de les tasses aeroportuàries, ha de ser amb els tres aeroports.
- L'impacte de la coordinació de les tasses aeroportuàries es veu diluït al haver de dividir-les entre el número total de passatgers. Apareix l'economia d'escala.
- A les zones entre els aeroports secundaris i el principal, la variació dels preus iguala els costos totals d'anar a l'aeroport principal i al secundari, en alguns casos inclús l'aeroport principal té uns costos totals més elevats. Però el temps d'accés superior a les instal·lacions de GRO i REU fa que l'aeroport principal retengui casi en la seva totalitat la seva quota de mercat, reduint-se, a l'escenari S01, només en un 0.05 al Baix Llobregat-Barcelonès i en un 0.07 per a tota Catalunya

## Aplicació

---

- S'ha d'avaluar quina repercussió pot tindre a BCN multiplicar per 1,5 les tasses aeroportuàries, ja que pot provocar canvis en la dinàmica del mercat aeri de l'aeroport. Per exemple, el gestor pot esperar que amb aquesta acció una companyia determinada decideixi traslladar la seva operativa a GRO i REU però també pot ser que la companyia no vegi rentable el trasllat i simplement es quedi a BCN traslladant l'increment del cost a l'usuari o absorbint l'increment de les tasses per estratègies de mercat; o bé decideixi operar una ruta a una altra regió on calcula que els marges de benefici són més elevats que amb la nova situació a BCN.

### 7.2.2 Temps i cost d'accés

Com que amb la coordinació de les tasses aeroportuàries no es pot millorar suficientment la utilitat dels aeroports secundaris, s'intenta millorar la utilitat reduint el cost d'accés en vehicle privat als aeroports secundaris i mirant de millorar el transport públic des de l'àrea metropolitana.

#### 7.2.2.1 Accés en vehicle privat

L'AP-7 és la via de comunicacions que dona accés a GRO i a REU. A l'estar les dues instal·lacions dotades de vies d'altres prestacions es considera que és molt difícil reduir el temps d'accés en vehicle privat als aeroports secundaris. Per tant, l'única eina que pot incentivar l'ús del vehicle privat per a accedir als aeroports secundaris és la reducció del cost econòmic.

El gestor aeroportuari pot incentivar o des-incentivar l'ús del vehicle privat per a accedir a l'aeroport variant el preu de l'estacionament. Pot reduir el preu de l'estacionament als aeroports de GRO i REU i augmentar el preu a BCN.

El problema amb pujar els preus de l'estacionament, sobretot per a les estades de llarga duració, és que existeixen companyies, com aparca&go, que ofereixen el servei d'estacionament en unes instal·lacions apartades de l'aeroport a un preu més reduït i uneixen els pàrquings i les terminals de l'aeroport amb una llançadora de mini-autobusos. Inclús ofereixen el servei de recollir el teu vehicle a l'aeroport.

Degut a la competència que existeix al voltant del servei d'estacionament a l'aeroport, només es consideren escenaris on el preu del pàrking a l'aeroport de BCN és mantingui al preu actual i és baixin els preus dels pàrquings de GRO i REU. Com a l'enquesta, és planteja un viatge amb una duració de 3 dies.

A més, l'1 de Gener de l'any 2020 finalitza la concessió de l'AP-7 entre Alacant i Salou i el 31 d'Agost de 2021 finalitza la concessió de l'AP-7 entre Salou i la frontera francesa; i la concessió de l'AP-2 entre Saragossa i el Mediterrani. Encara no està clar si l'Estat deixarà les vies lliures de peatge o mantindrà un peatge, però en el cas de que les vies quedessin exemptes de peatge podria crear un reequilibri del transport interurbà al corredor mediterrani.

En aquest punt és planteja un escenari on passat l'agost del 2021 l'AP-7 serà gratuïta en la seva totalitat i dos escenaris on és modifica la política d'estacionament a GRO i REU.

##### 7.2.2.1.1 Liberalització de l'AP-7 i l'AP-2

Per accedir a BCN des de l'Alt Penedès, el Baix Ebre, el Montsià, el Camp de Tarragona, Girona, l'Empordà, la Ribera d'Ebre i la Terra Alta és circula per l'AP-7 o l'AP-2.

## Aplicació

Des de l'Alt Penedès, l'Anoia, el Baix Ebre, el Montsià, el Baix Llobregat, el Barcelonès, el Baix Penedès, el Garraf, el Camp de Tarragona, Girona, l'Empordà, el Maresme, el Vallès, la Ribera d'Ebre i la Terra Alta es circula per l'AP-7 si es vol accedir a GRO.

Les úniques zones des d'on s'accedeix a REU sense circular per l'AP-2 o l'AP-7 són l'Alt Urgell, La Cerdanya, el Camp de Tarragona, el Pallars, la Ribera d'Ebre i la Terra Alta.

	BCN	GRO	REU
Alt Penedès	✓	✓	✓
Alt Urgell - La Cerdanya	✗	✗	✗
Anoia	✗	✓	✓
Aran - Alta Ribagorça	✗	✗	✓
Baix Ebre - Montsià	✓	✓	✓
Baix Llobregat - Barcelonès	✗	✓	✓
Baix Penedès - Garraf	✗	✓	✓
Camp de Tarragona	✓	✓	✗
Catalunya Central	✗	✗	✓
Girona - Empordà	✓	✓	✓
Lleida	✗	✗	✓
Maresme - Vallès	✗	✓	✓
Pallars	✗	✗	✗
Ribera d'Ebre - Terra Alta	✓	✓	✗
Ripollès	✗	✗	✓

Taula 24. Rutes als aeroports que circulen per l'AP-7 o l'AP-2. (marcades amb un tick).

Exceptuant el Pallars, l'Alt Urgell i la Cerdanya, totes les zones veuran com el cost d'accés a, com a mínim un aeroport, es reduirà per als modes d'accés per carretera (Vehicle privat, Taxi i l'accés amb un familiar o amic).

La desaparició dels peatges afecta significativament el preu d'accés dels modes de transport per carretera no col·lectius. Els costos d'accedir en vehicle privat als aeroports secundaris s'igualen amb el cost d'accedir a l'aeroport més proper, BCN (Figura 73). Això també és deu a que l'estacionament a BCN és 19 i 9 euros més car que a GRO i REU, respectivament. En aquest escenari de liberalització de les vies principals d'altres prestacions BCN perdria un 13% de quota de mercat mentre que GRO i REU augmentarien en un 18% i un 16% la quota modal, Taula 25.

	SOO	No Tolls
BCN	0.560	0.485
$\Delta_{BCN}$		-0.13
GRO	0.253	0.298
$\Delta_{GRO}$		0.18
REU	0.187	0.217
$\Delta_{REU}$		0.16

Taula 25. Distribució modal de Catalunya per a l'escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2.

És interessant veure com amb aquesta mesura, que no depèn del gestor aeroportuari, els aeroports secundaris atrauen més població que amb una diferència en les tarifes de 30€. També s'ha de tindre

## Aplicació

en compte que això és deu principalment a que el model mnl.3.F\_AC\_AT és substancialment més sensible al cost d'accés que al preu del bitllet.

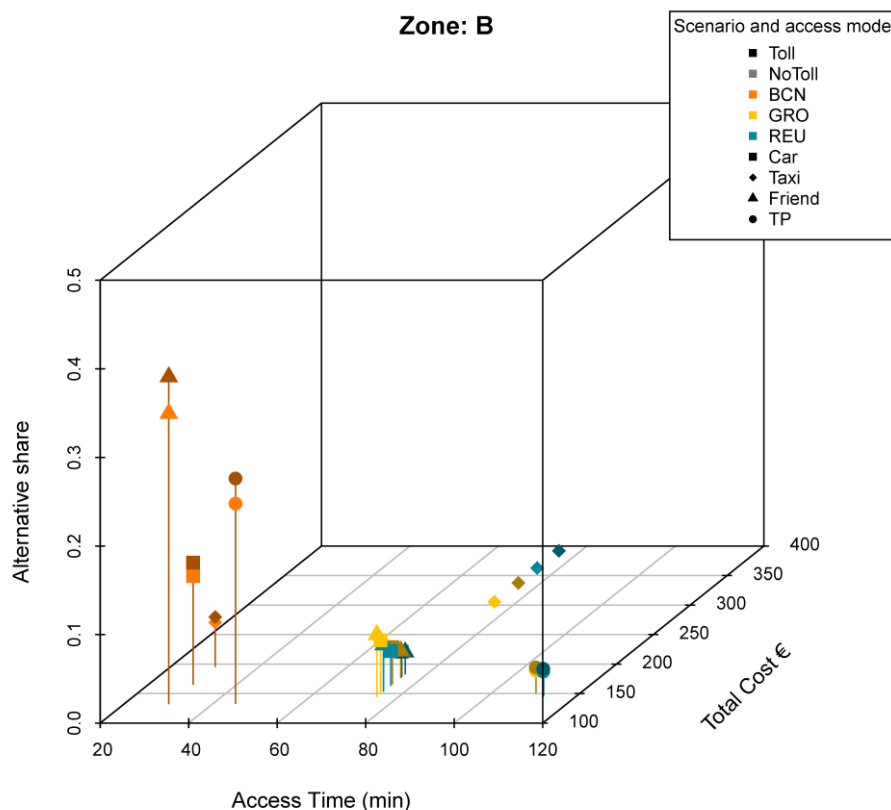


Figura 72. Escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2. Distribució modal en 3D per la zona del Baix Llobregat-Barcelonès.

A la Figura 72 s'observa com amb aquest escenari no canvia el temps d'accés si no que només canvia el cost total, desplaçant les alternatives a GRO i REU en vehicle privat, taxi o amb un amic o familiar cap a el mínim desitjat.

Amb aquesta mesura el mode d'accés amb un familiar o amic a un aeroport secundari és un dels principals beneficiats. Es pot posar en dubte que aquest mode d'accés sigui tant utilitzat per a accedir a aeroports amb un temps d'accés elevat ja que el model no te en compte el temps emprat per el conductor/a que ha de fer el viatge un total de 4 cops.

De totes formes, aquest escenari és interessant per veure com la liberalització dels peatges a l'arc mediterrani pot transformar considerablement les quotes modals dels trajectes que és realitzen en aquest corredor. La decisió de liberalitzar o no els peatges no s'hauria de prendre en base a si beneficia o no al sistema multiaeroportuari de la regió ja que intervenen altres factors més importants.

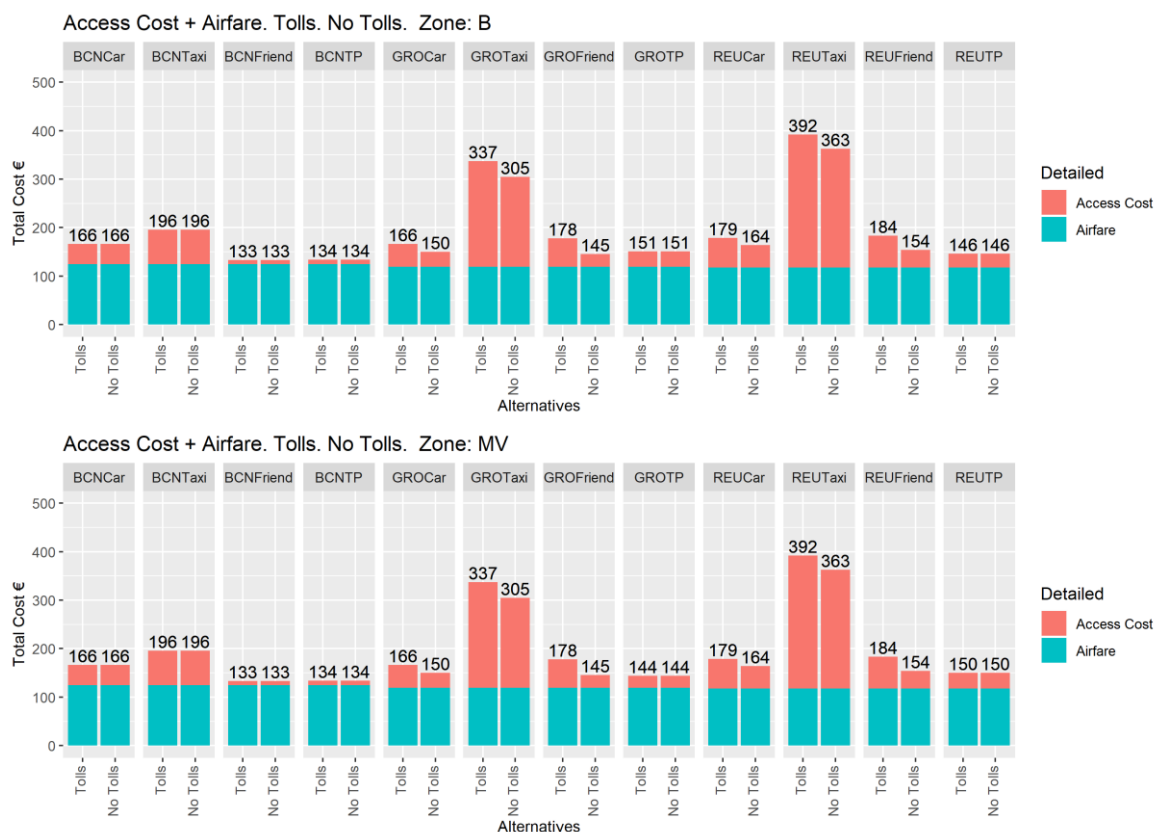
**Aplicació**

Figura 73. Cost d'accés al S00 i sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2 per a la regió metropolitana de Barcelona.

Com amb l'escenari S01 i S02, els aeroports secundaris que guanyen quota són els més propers o millor connectats amb la regió, així la zona del Baix Llobregat i Barcelonès reparteixen entre els GRO i REU la quota perduda per BCN ja que es troba entre tots dos aeroports però a zones com el Maresme i el Vallès l'aeroport secundari més beneficiat és el que està més a prop, GRO. Figura 74 i Taula 26.

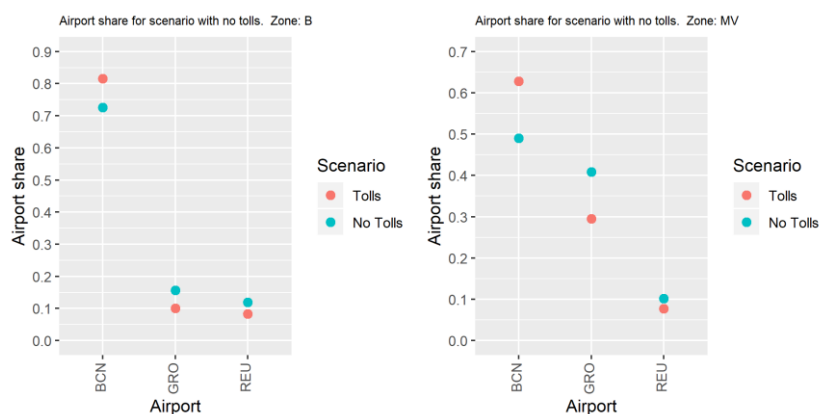


Figura 74. Distribució aeroportuària per a l'escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2 a la regió metropolitana.

**Aplicació**

Escenari	S00			No Tolls		
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU
Alt Penedès	<b>0.592</b>	0.073	0.335	<b>0.505</b>	0.111	0.384
Δ				-0.147	0.519	0.147
Alt Urgell - La Cerdanya	0.357	<b>0.390</b>	0.253	0.357	<b>0.390</b>	0.253
Δ				0.000	0.000	0.000
Anoia	<b>0.707</b>	0.087	0.206	<b>0.580</b>	0.151	0.269
Δ				-0.180	0.736	0.306
Aran - Alta Ribagorça	0.334	0.149	<b>0.517</b>	0.277	0.124	<b>0.599</b>
Δ				-0.171	-0.171	0.159
Baix Ebre - Montsià	0.071	0.012	<b>0.917</b>	0.129	0.033	<b>0.838</b>
Δ				0.816	1.713	-0.086
Baix Llobregat - Barcelonès	<b>0.816</b>	0.101	0.083	<b>0.725</b>	0.156	0.119
Δ				-0.111	0.553	0.422
Baix Penedès - Garraf	<b>0.631</b>	0.045	0.324	<b>0.483</b>	0.072	0.444
Δ				-0.234	0.608	0.373
Camp de Tarragona	0.039	0.004	<b>0.957</b>	0.077	0.011	<b>0.912</b>
Δ				0.964	1.800	-0.047
Catalunya Central	0.321	<b>0.634</b>	0.045	0.296	<b>0.586</b>	0.118
Δ				-0.077	-0.076	1.606
Girona - Empordà	0.037	<b>0.959</b>	0.003	0.057	<b>0.929</b>	0.014
Δ				0.539	-0.032	3.091
Lleida	0.277	0.241	<b>0.482</b>	0.227	0.198	<b>0.575</b>
Δ				-0.179	-0.179	0.192
Maresme - Vallès	<b>0.628</b>	0.295	0.078	<b>0.490</b>	0.409	0.102
Δ				-0.220	0.387	0.309
Pallars	0.286	0.207	<b>0.507</b>	0.286	0.207	<b>0.507</b>
Δ				0.000	0.000	0.000
Ribera d'Ebre - Terra Alta	0.057	0.011	<b>0.933</b>	0.105	0.028	<b>0.867</b>
Δ				0.849	1.632	-0.071
Ripollès	0.187	<b>0.778</b>	0.034	0.184	<b>0.765</b>	0.052
Δ				-0.018	-0.018	0.497

Taula 26. Distribució modal de les zones per a l'escenari sense peatges a l'AP-7 i l'AP-2.

**7.2.2.2 Escenari S03 i S04**

La manera que té el gestor aeroportuari d'incentivar l'ús del vehicle privat per a accedir als aeroports secundaris és mitjançant la reducció del preu de l'estacionament. Actualment el preu és de 18€ per a 3 dies a GRO i de 28€/3dies a REU.

Es proposa un escenari (S03) on el preu de l'estacionament és de 10€ per als 3 dies als dos aeroports; i un altre escenari on l'estacionament és gratuït (S04). A més es realitzen dos escenaris més on s'afegeix la suposició de que es retirarà el peatge de l'AP-7 i de l'AP-2.

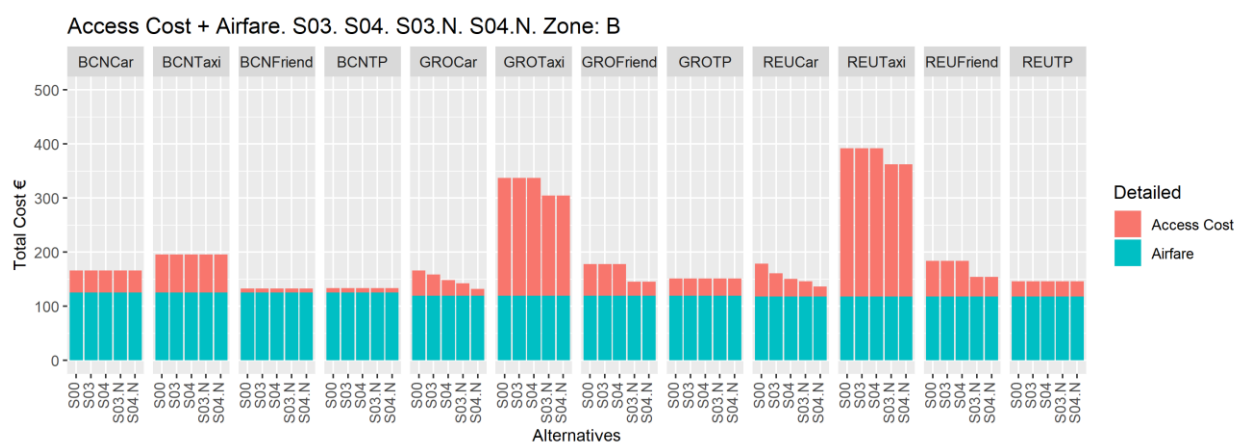


**Aplicació**

	<i>S00</i>	<i>S03</i>	<i>S04</i>	<i>S03.N</i>	<i>S04.N</i>
<i>BCN</i>	0.560	0.534	0.508	0.457	0.430
$\Delta_{BCN}$		-0.05	-0.09	-0.18	-0.23
<i>GRO</i>	0.253	0.260	0.274	0.304	0.319
$\Delta_{GRO}$		0.03	0.08	0.20	0.26
<i>REU</i>	0.187	0.206	0.218	0.238	0.251
$\Delta_{REU}$		0.10	0.16	0.27	0.34

Taula 27. Distribució modal de Catalunya per als escenaris *S03*, *S04*, *S03.N* i *S04.N*.

Amb l'estacionament gratuït als dos aeroports secundaris s'aconsegueix una captura insignificantment superior que amb les mesures del *S01*. Al aplicar la mesura de la retirada dels peatges, els aeroports secundaris guanyen força arribant a que BCN perd fins a un 0,23 de la quota de mercat si l'estacionament també és gratuït. Taula 27.

Figura 75. *S00*, *S03*, *S04*, *S03.N* i *S04.N*. Cost d'accés als aeroports desglossat. Baix Llobregat i Barcelonès.

L'aplicació de la retirada dels peatges i l'aplicació d'un estacionament gratuït genera una reducció molt important dels costos d'accés. Accedir a GRO o REU des de el Baix Llobregat o el Barcelonès en vehicle privat és més econòmic que accedir en el mateix mode de transport a BCN tot i que des de el centre de gravetat de la regió la distància fins a GRO sigui 5,5 vegades superior (i 6.3 a REU) a la distància fins a BCN. Figura 75, Figura 76.

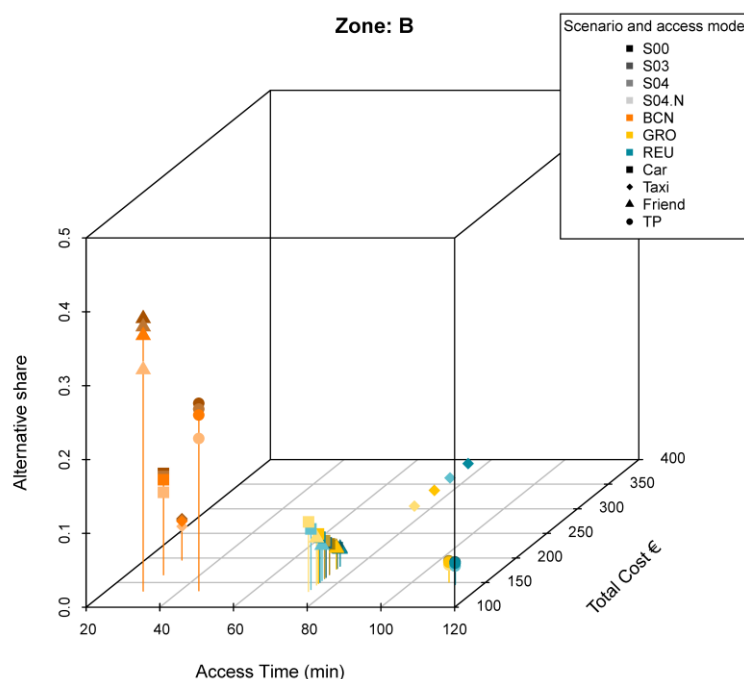
**Aplicació**

Figura 76. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés.

Al aplicar els S03.N i S04.N hi ha un salt qualitatiu en la captura de demanda per part dels aeroports secundaris, això es deu principalment a que la mesura de l'estacionament només afecta a un mode d'accés mentre que la reducció del preu dels peatges afecta també al Taxi, encara que té una quota gairebé inexistent a zones llunyanes dels aeroports secundaris, i a l'accés amb un amic o familiar. Figura 77.

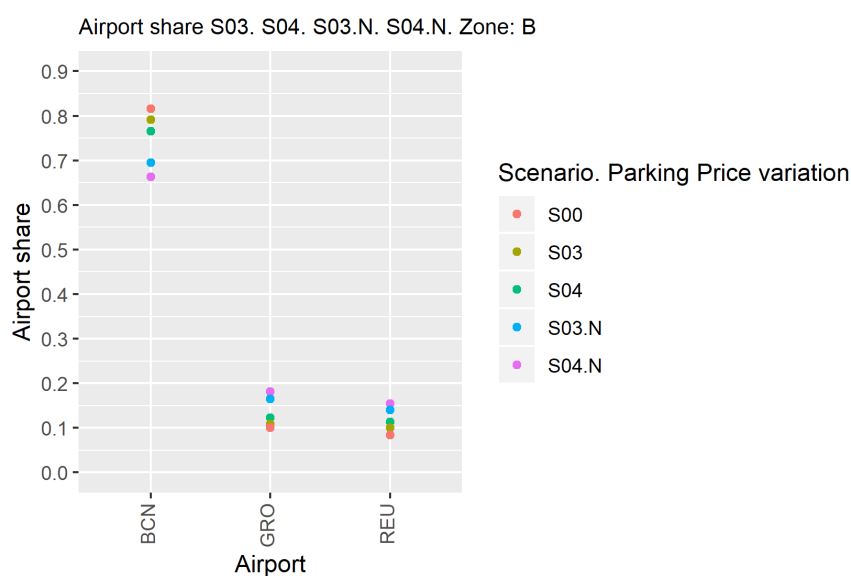


Figura 77. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Distribució aeroportuària al Baix Llobregat i Barcelonès.

**Aplicació**

	S00			S03			S04			S03.N			S04.N		
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU
Alt Penedès	0.592	0.073	0.335	0.531	0.077	0.392	0.484	0.087	0.428	0.453	0.114	0.433	0.413	0.125	0.462
Δ				-0.104	0.052	0.171	-0.182	0.193	0.279	-0.234	0.555	0.293	-0.302	0.701	0.381
Alt Urgell - La Cerdanya	0.357	0.390	0.253	0.304	0.397	0.299	0.259	0.428	0.314	0.304	0.397	0.299	0.259	0.428	0.314
Δ				-0.148	0.017	0.183	-0.275	0.096	0.241	-0.148	0.017	0.183	-0.275	0.096	0.241
Anoia	0.707	0.087	0.206	0.653	0.095	0.252	0.608	0.110	0.282	0.530	0.158	0.312	0.487	0.174	0.339
Δ				-0.076	0.087	0.224	-0.140	0.258	0.372	-0.251	0.811	0.518	-0.311	1.000	0.645
Aran - Alta Ribagorça	0.334	0.149	0.517	0.265	0.142	0.593	0.222	0.152	0.626	0.218	0.117	0.665	0.183	0.126	0.692
Δ				-0.208	-0.047	0.148	-0.337	0.020	0.211	-0.347	-0.214	0.286	-0.453	-0.159	0.338
Baix Ebre - Montsià	0.071	0.012	0.917	0.055	0.012	0.933	0.046	0.013	0.941	0.105	0.032	0.864	0.090	0.034	0.876
Δ				-0.229	-0.049	0.018	-0.353	0.049	0.027	0.473	1.598	-0.058	0.268	1.787	-0.045
Baix Llobregat - Barcelonès	0.816	0.101	0.083	0.791	0.108	0.100	0.765	0.122	0.113	0.695	0.165	0.140	0.663	0.182	0.155
Δ				-0.030	0.077	0.203	-0.062	0.215	0.351	-0.149	0.643	0.680	-0.187	0.809	0.857
Baix Penedès - Garraf	0.631	0.045	0.324	0.570	0.048	0.382	0.525	0.055	0.421	0.432	0.074	0.495	0.394	0.081	0.525
Δ				-0.097	0.062	0.180	-0.169	0.220	0.299	-0.316	0.644	0.528	-0.377	0.806	0.623
Camp de Tarragona	0.039	0.004	0.957	0.036	0.004	0.960	0.033	0.005	0.962	0.070	0.012	0.918	0.065	0.014	0.921
Δ				-0.092	0.100	0.003	-0.155	0.275	0.005	0.791	1.975	-0.041	0.664	2.375	-0.037
Catalunya Central	0.321	0.634	0.045	0.304	0.635	0.061	0.285	0.645	0.070	0.278	0.580	0.143	0.258	0.585	0.157
Δ				-0.051	0.002	0.333	-0.112	0.017	0.548	-0.133	-0.086	2.139	-0.195	-0.077	2.456
Girona - Empordà	0.037	0.959	0.003	0.035	0.961	0.005	0.031	0.963	0.006	0.053	0.929	0.017	0.048	0.933	0.019
Δ				-0.070	0.001	0.424	-0.164	0.004	0.667	0.429	-0.031	4.212	0.292	-0.028	4.758
Lleida	0.277	0.241	0.482	0.233	0.226	0.542	0.202	0.229	0.569	0.191	0.185	0.624	0.166	0.188	0.646
Δ				-0.160	-0.063	0.123	-0.271	-0.048	0.180	-0.311	-0.231	0.294	-0.401	-0.219	0.339
Maresme - Vallès	0.628	0.295	0.078	0.595	0.312	0.093	0.556	0.341	0.103	0.458	0.423	0.119	0.422	0.451	0.128
Δ				-0.053	0.058	0.204	-0.115	0.158	0.326	-0.270	0.436	0.534	-0.328	0.529	0.649
Pallars	0.286	0.207	0.507	0.235	0.200	0.565	0.200	0.213	0.587	0.235	0.200	0.565	0.200	0.213	0.587
Δ				-0.179	-0.032	0.114	-0.301	0.030	0.158	-0.179	-0.032	0.114	-0.301	0.030	0.158
Ribera d'Ebre - Terra Alta	0.057	0.011	0.933	0.046	0.010	0.944	0.039	0.012	0.949	0.086	0.027	0.888	0.074	0.029	0.898
Δ				-0.198	-0.028	0.012	-0.314	0.085	0.018	0.502	1.509	-0.048	0.295	1.698	-0.038
Ripollès	0.187	0.778	0.034	0.171	0.784	0.045	0.151	0.800	0.050	0.167	0.768	0.065	0.148	0.782	0.070
Alt Penedès	0.592	0.073	0.335	0.531	0.077	0.392	0.484	0.087	0.428	0.453	0.114	0.433	0.413	0.125	0.462

Taula 28. S00, S03, S04, S03.N i S04.N. Distribució modal.

Si el gestor aeroportuari vol realitzar aquesta mesura aplicant una rebaixa de la tarifa d'estacionament de 8 € a GRO i de 18€ a REU, veurà com els seus ingressos són reduïts en 10€ i 18€, respectivament, per usuari que accedeixi a l'aeroport en transport privat i obtindrà un increment del 3% i del 10% del número total d'usuaris.

## Aplicació

En canvi, si decideix reduir les tasses aeroportuàries fins als 5€/pax i la diferència amb BCN és de 30€/pax, deixarà de rebre 12.88€/pax a GRO i 11.86€/pax a REU; obtenint un increment d'usuaris del 9% a GRO i del 8% a REU.

### 7.2.2.3 Accés en transport públic

El transport públic als aeroports secundaris és el mode amb una capacitat de millora més gran tant en preu com en temps d'accés. El gestor del transport públic pot decidir fer dues actuacions: baixar el preu del transport públic o millorar el temps d'accés.

Només s'apliquen millores al transport públic d'accés als aeroports secundaris de les zones on actualment hi ha transport públic i en les que l'aeroport secundari que es millora no es el majoritari. Per exemple, no és millora el temps d'accés en transport públic des de la costa brava a GRO o des de la Costa Daurada a REU.

Per analitzar si es pot reduir el temps d'accés als aeroports de la xarxa actual d'autobusos s'hauria de fer un estudi detallat de cada línia per veure si es factible reduir el temps del trajecte en alguns punts o si és pot millorar el recorregut de la línia sense eliminar parades del servei.

Es per això que a les zones cobertes amb autobús només es planteja la millora del preu del transport sense analitzar si el temps actual és pot millorar.

La reducció del preu del transport públic no s'ha realitzat analitzant quina repercussió pot tindre en les arques públiques ja que la reducció del bitllet hauria de ser assumida per l'administració o el gestor aeroportuari.

No es modifica el servei de transport públic des de el Camp de Tarragona fins a REU per que la línia que uneix Reus i la ciutat de Tarragona amb l'aeroport està gestionada dins de l'Autoritat Territorial de la Mobilitat del Camp de Tarragona i forma part d'un sistema tarifari integrat. En el cas de la Catalunya Central no és modifica el preu de l'autobús a GRO perquè es considera competitiu al preu actual. Taula 29 i Taula 30.

A l'hora es crea un escenari nou on s'executa un baixador de la línia d'Alta Velocitat a GRO i es creen serveis ferroviaris des de Lleida, el Camp de Tarragona, Barcelona i les Terres de l'Ebre. Aquesta mesura redueix el temps d'accés considerablement però augmenta el cost d'accés respecte al transport públic actual. Taula 29.

Zona	Tipus de servei	GRO		
		Temps d'accés	Cost d'accés	Escenari
Baix Ebre-Montsià	Tren d'alta velocitat	118 min	45 €	S06-S07
Baix Llobregat-Barcelonès	Autobús	110 min	20 €	S05
Baix Llobregat-Barcelonès	Tren d'alta velocitat	70 min	30 €	S06-S07
Camp de Tarragona	Tren d'alta velocitat	104 min	40 €	S06-S07
Lleida	Autobús	172.5 min	20 €	S05-S07
Lleida	Tren d'alta velocitat	150 min	45 €	S06
Maresme-Vallès	Autobús	102.5 min	15 €	S05-S07

Taula 29. Temps d'accés i cost d'accés del transport públic a GRO per als escenaris S05-S06 i S07.

**Aplicació**

REU				
Zona	Tipus de servei	Temps d'accés	Cost d'accés	Escenari
Baix Llobregat-Barcelonès	Autobús	112.5 min	20 €	S05-S06-S07

*Taula 30. Temps d'accés i cost d'accés del transport públic a REU per als escenaris S05-S06 i S07.*

La decisió de promoure exclusivament un baixador a GRO es fa seguint la idea de consolidar demandes amb origen-destí diferents dins d'un mateix corredor de transport públic. Així es poden combinar les demandes per a mantenir uns factors de capacitat superiors durant tot el dia. (Orth et al, 2015) (50)

El futur baixador de REU es troba a la variant de Vandellós del corredor mediterrani i l'estació de GRO es troba dins del corredor Madrid-frontera francesa.

Actualment, hi ha 34 circulacions per sentit entre Girona i Barcelona per ample UIC. Aquests combois podrien realitzar una parada a GRO i així consolidar les demandes del corredor. Aquestes circulacions estan composades per serveis:

- AVANT Barcelona-Girona-Figueres
- AVANT Lleida-Camp de Tarragona-Barcelona-Girona-Figueres
- AVE Madrid-Figueres
- TGV. Connecten la península amb diferents ciutats del sud de França i Paris.

En canvi, per el corredor mediterrani hi ha 14 circulacions al dia amb potencial per a ser traslladades a la nova variant de Vandellós. Aquestes circulacions tenen origen/final a Sants i 12 tenen parada a l'Aldea.

Per tant, si es volgués connectar REU amb la resta d'estacions de la xarxa UIC. S'haurien de crear serveis nous des de Lleida i des de Figueres.

En canvi, si es vol connectar GRO, les circulacions del seu corredor ja s'aturen a les principals estacions. Només s'haurien d'allargar les circulacions provinents del corredor Mediterrani per a atraure passatgers de la futura estació de Salou i l'Aldea. A més tots els serveis passarien per Barcelona-Sants i La Sagrera, assegurant la consolidació de demandes en un mateix comboi.

#### 7.2.2.4 Escenari S05 i S06

Amb l'escenari S05, l'aeroport de BCN pateix una reducció del 2% de la seva quota i amb l'escenari S06 aquesta reducció és del 3%. Taula 31. Una millora del preu del bitllet mantenint un temps d'accés igual no permet capturar una demanda molt elevada, exceptuant Lleida. Això és deu a l'accés amb Transport públic als aeroports secundaris té un temps d'accés elevat en comparació amb la resta d'alternatives. Si es miren les gràfiques de la distribució modal en funció del cost total i el preu d'accés, com la Figura 78, la Figura 79 o la Figura 81, es pot veure com l'alternativa amb transport públic sempre és la que es situa més a la dreta i tot i ser més econòmica que accedir en vehicle privat el temps d'accés segueix sent molt elevat.

Per tant, una millora del temps d'accés amb transport públic, a priori és una bona solució. A l'escenari S06 GRO incrementa en un 8% la seva quota modal modificant el temps d'accés a 4 regions. Aquest increment està al nivell dels escenaris S01, S03 i S04 però en canvi REU perd un 1% de quota de mercat i BCN només perd un 3% de quota de mercat.

## Aplicació

Amb aquesta solució, GRO guanya una considerable quota de mercat a les terres de l'Ebre, on passa a ser el segon aeroport per quota de mercat. Figura 79 i Figura 80. En menor mesura a BCN també guanya participació en el mercat, Figura 81.

A Lleida, GRO guanya més quota de mercat reduint el preu del bitllet d'autobús que connectant l'estació de Lleida-Pirineus amb GRO. El trade-off entre la reducció del temps d'accés i l'increment del cost d'accés no és suficient comparat amb el temps d'accés amb l'autobús actual i una millora del seu preu. Figura 78.

Al Camp de Tarragona GRO millora la seva quota de mercat, multiplicant per 5 la seva quota sense Tren d'Alta Velocitat, però al ser una regió tant propera a REU no captura una gran quota de mercat tot i que s'apropa considerablement a la quota de BCN. Taula 32

	S00	S05	S06
BCN	0.560	0.549	0.541
$\Delta_{BCN}$		-0.02	-0.03
GRO	0.253	0.262	0.274
$\Delta_{GRO}$		0.04	0.08
REU	0.187	0.189	0.185
$\Delta_{REU}$		0.01	-0.01

Taula 31. S00, S05 i S06. Distribució modal de Catalunya



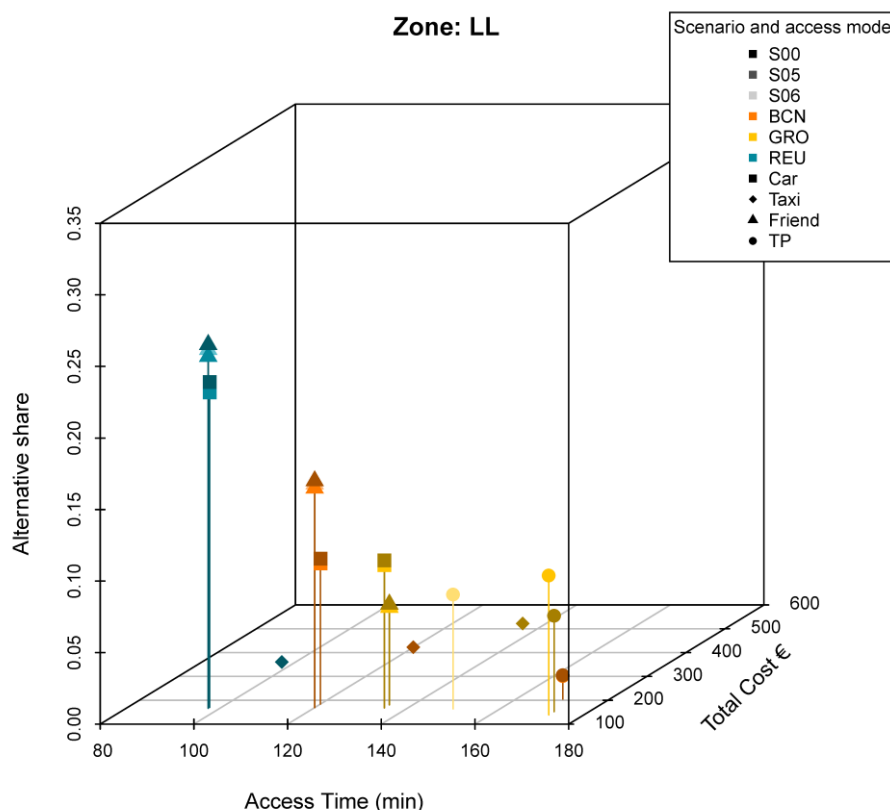
**Aplicació**

Figura 78. S00, S05 i S06. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Lleida

L'alta velocitat no és una bona opció per a accedir a GRO des de Lleida ja que el tren ha de passar per el Camp de Tarragona i després per Barcelona, mentre que el vehicle privat i l'autobús poden accedir a GRO mitjançant l'Eix Transversal. L'ús d'aquesta via permet al vehicle privat tindre un temps d'accés mig inferior al temps d'accés mig amb l'alta velocitat.

Des de la ciutat de Lleida però, el temps d'accés amb tren d'alta velocitat a GRO és de 110 minuts, temps inferior als 139 minuts que es triga en vehicle privat des de l'estació de Lleida Pirineus. Aquest fet prova que tot i que l'alta velocitat millora molt el temps d'accés, segueix tenint el mateix problema que tots els transports col·lectius, l'última milla.

Un fet similar succeeix a Barcelona, A tot l'àmbit del Baix Llobregat i el Barcelonès el temps d'accés mig a BCN és inferior al temps d'accés en Alta velocitat a GRO però si és miren punts concrets de la zona aquesta diferència és redueix. Des de la futura estació de la Sagrera és trigarà pràcticament el mateix en accedir a GRO que a BCN:

- 35 minuts a GRO
- 35 minuts des de Sant Andrea Comtal fins a BCN amb la R2.

Tot i això, el transport públic a BCN té diversos punts d'entrada (parades i transbords) mentre que la línia d'alta velocitat només té dos/tres punts de connexió a Barcelona: Sants, La Sagrera i El Prat. D'aquests punts, actualment només un està operatiu.

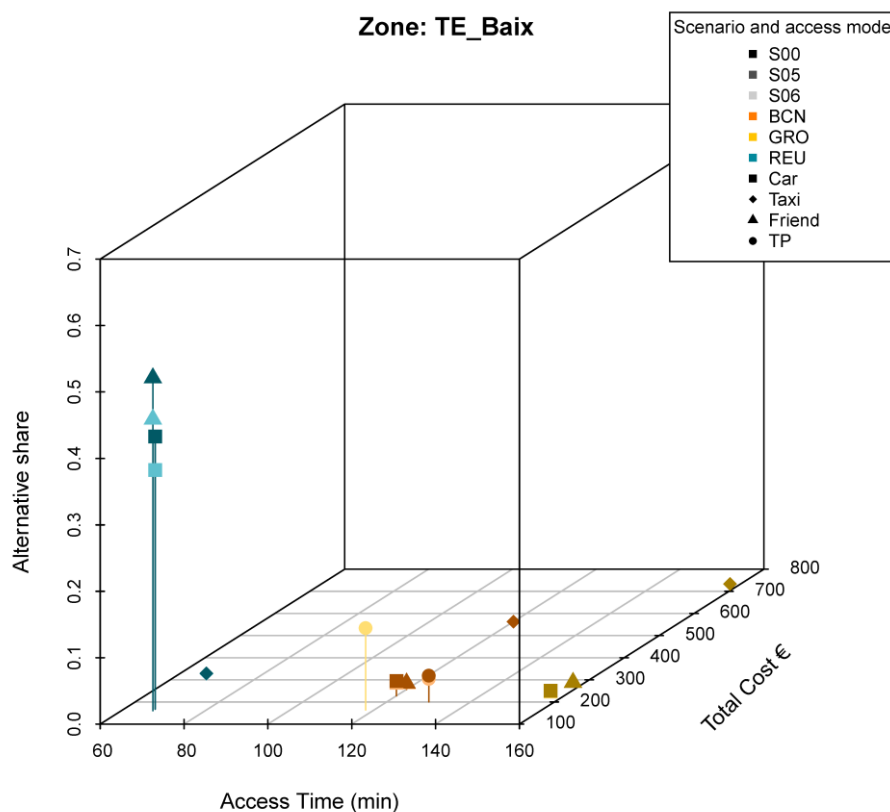
**Aplicació**

Figura 79. S00, S05 i S06. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Ebre i Montsià.

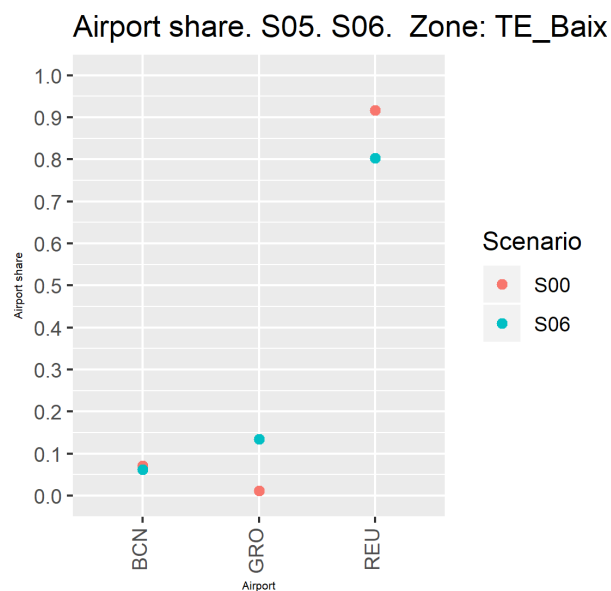


Figura 80. S00, S05 i S06. Distribució aeroportuària al Baix Ebre i Montsià.

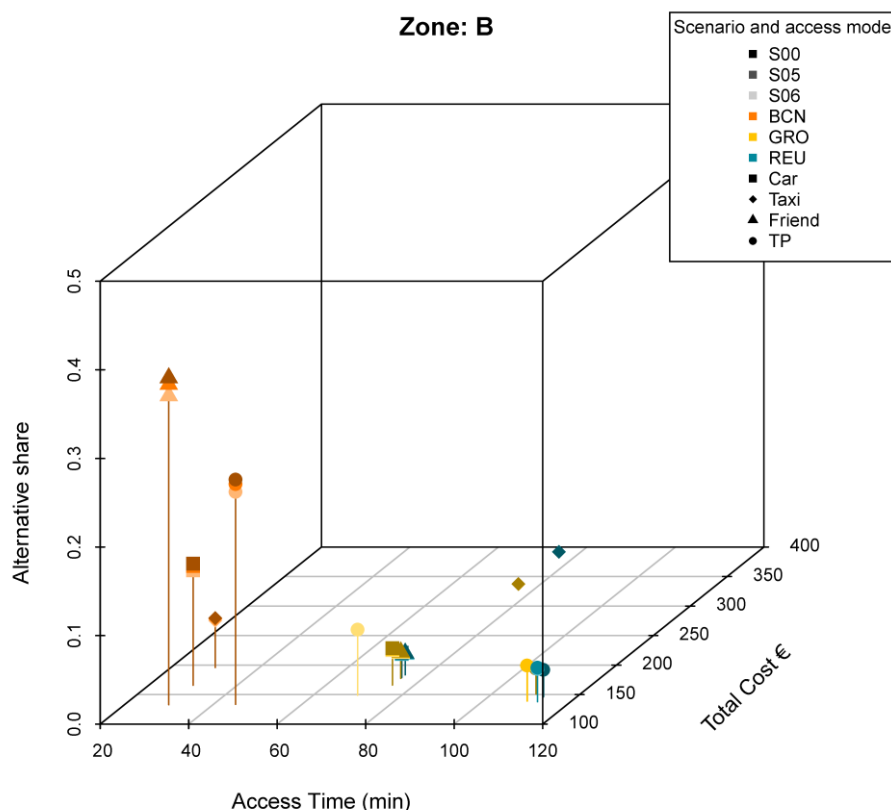
**Aplicació**

Figura 81. S00, S05 i S06. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Llobregat i Barcelonès.

Escenari	S00			S05			S06		
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU
Baix Ebre - Montsià	0.071	0.012	<b>0.917</b>	0.071	0.012	<b>0.917</b>	0.062	0.134	<b>0.804</b>
Δ				0.000	0.000	0.000	-0.124	9.992	-0.123
Baix Llobregat - Barcelonès	<b>0.816</b>	0.101	0.083	<b>0.799</b>	0.111	0.090	<b>0.771</b>	0.142	0.087
Δ				-0.020	0.100	0.078	-0.055	0.413	0.040
Camp de Tarragona	0.039	0.004	<b>0.957</b>	0.039	0.004	<b>0.957</b>	0.039	0.024	<b>0.937</b>
Δ				0.000	0.000	0.000	-0.020	5.025	-0.020
Lleida	0.277	0.241	<b>0.482</b>	0.268	0.265	<b>0.467</b>	0.273	0.251	<b>0.476</b>
Δ				-0.032	0.103	-0.033	-0.014	0.044	-0.014
Maresme - Vallès	<b>0.628</b>	0.295	0.078	<b>0.612</b>	0.313	0.076	<b>0.628</b>	0.295	0.078
Δ				-0.026	0.061	-0.027	0.000	0.000	0.000

Taula 32. S00, S05 i S06. Distribució modal.

### 7.3 Coordinació dels stakeholders. S07, S08 i S09

Els últims escenaris són la combinació de les diferents accions que pot realitzar cada stakeholder per a incentivar l'ús dels aeroports secundaris envers de l'aeroport principal. Aquestes accions són:

## Aplicació

- Augmentar la diferència de preu entre els aeroports principal i els secundaris mitjançant la gestió de les taxes aeroportuàries. S01 i S02.
- Incentivar l'ús del vehicle privat com a mode d'accés als aeroports secundaris gràcies a la reducció del preu de l'estacionament. S03 i S04.
- Promoure el transport públic als aeroports secundaris des de els principals nuclis de població ja sigui millorant l'oferta econòmica, mantenint el temps d'accés actual, o bé proposant un nou mode d'accés a GRO mitjançant un baixador a la línia d'Alta Velocitat. S05 i S06.

Es decideix provar la combinació de les següents actuacions:

	BCN	GRO	REU
Tasses aeroportuàries (AENA)	35 €/pax	5 €/pax	5 €/pax
Estacionament 3 dies (AENA)	37 €	10 €	10 €
Transport públic (Generalitat i Govern d'Espanya)	Estat actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Línia d'alta velocitat des de l'Aldea, Camp de Tarragona i Barcelona.</li> <li>▪ Millora autobús des de Lleida i el Maresme.</li> </ul>	Barcelona: 20 € a/t

**Taula 33. Mesures que apliquen a cada aeroport els diferents actors.**

Així es crea l'escenari S07 on s'apliquen totes les accions de la Taula 33 i l'escenari S08 on només s'apliquen les mesures que depenen d'AENA, és a dir la modificació de les taxes aeroportuàries i incentivar l'ús del vehicle privat com a mode d'accés.

L'escenari 9 és planteja com la situació en la que per a una determinada ruta, en comptes dels tres aeroports només s'opera la ruta des de BCN i GRO. En aquest escenari s'apliquen les mateixes polítiques que a l'escenari S07 en quan a taxes aeroportuàries, preu de l'estacionament i alternatives de transport a GRO.

### 7.3.1 Resultats

Aplicant l'escenari S07, BCN perd un 16% de la quota comparat amb l'escenari base, GRO guanya un 23% i REU un 16%. Aquest augment marcat dels aeroports secundaris es deu principalment a la diferència de preu que hi ha entre volar des de l'aeroport principal comparat amb els secundaris. Taula 34

	S00	S07	S08	S09
BCN	0.560	0.471	0.495	0.561
$\Delta_{BCN}$		-0.16	-0.12	0.00
GRO	0.253	0.311	0.283	0.439
$\Delta_{GRO}$		0.23	0.12	0.74
REU	0.187	0.218	0.222	0.000
$\Delta_{REU}$		0.16	0.19	-1.00

**Taula 34. S00, S07, S08 i S09. Distribució modal de Catalunya**

Amb l'escenari S07 s'aconsegueix que viatjar des de els aeroports secundaris sigui més econòmic o tingui el mateix cost que des de BCN pràcticament des de totes les zones, tant en transport públic com en vehicle privat. Figura 82, Figura 83 i Figura 84. A destacar la situació del Delta de l'Ebre on l'aparició

## Aplicació

de serveis d'alta velocitat fins a GRO genera una alternativa molt competitiva en preu i temps. Figura 88.

En aquest escenari, no millorar el transport públic comporta que BCN deixi de perdre un 4% de la seva quota i GRO deixa de capturar un 11% més del mercat comparat amb el S00. En canvi, REU surt perjudicat amb la creació dels serveis d'alta velocitat fins a GRO ja que amb aquesta actuació GRO guanya una quota important a territoris com el Camp de Tarragona, el Baix Ebre i el Montsià que són territoris on predomina REU. A més la millora del servei d'autobusos des de Lleida fins a GRO també perjudica a REU.

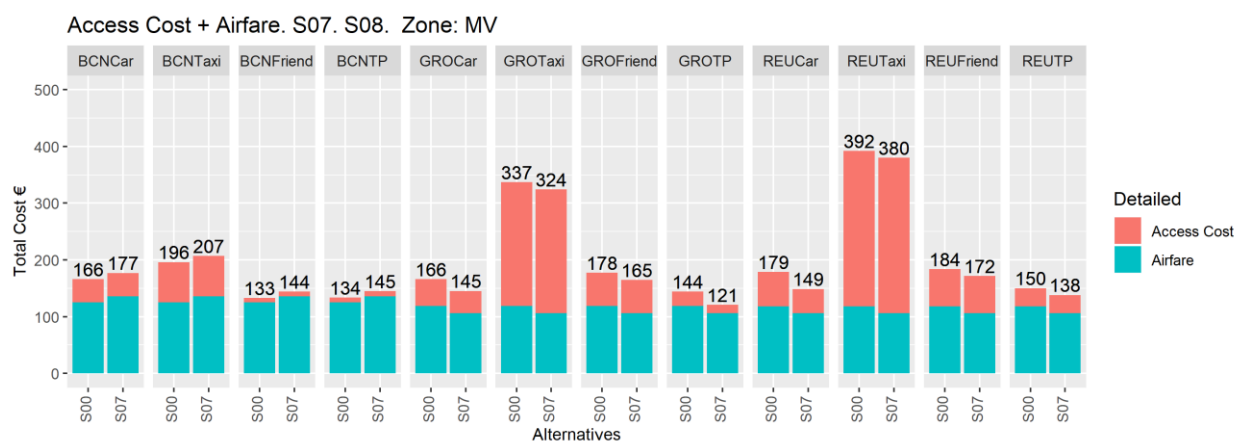


Figura 82. S00, S07. . Cost d'accés als aeroports desglossat. Maresme-Vallès.

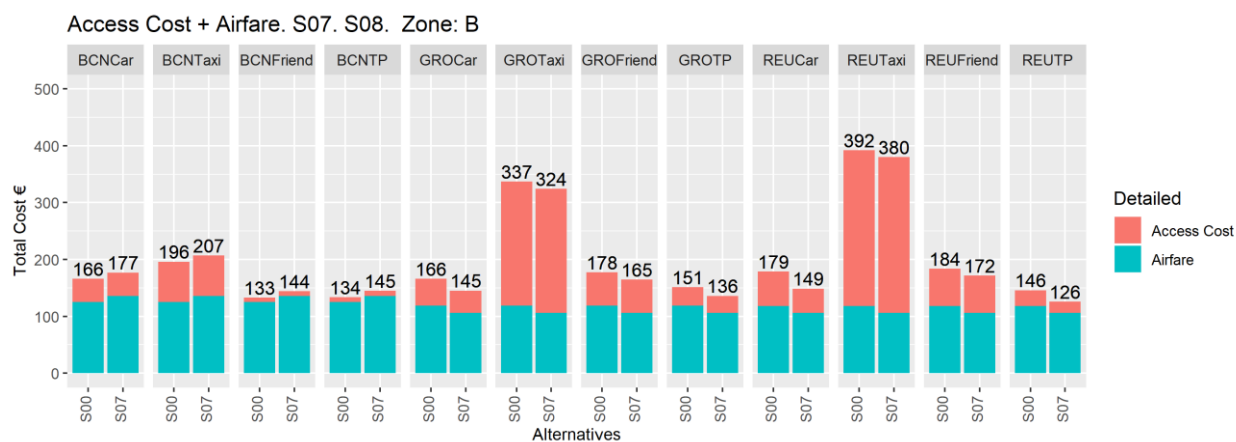


Figura 83. S00, S07. . Cost d'accés als aeroports desglossat. Baix Llobregat i Barcelonès.

## Aplicació

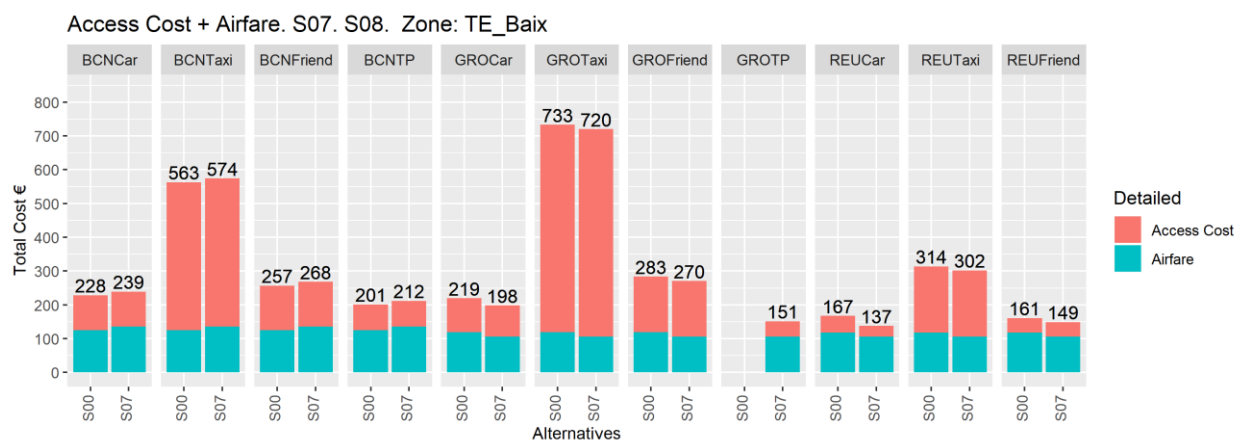


Figura 84. S00, S07.. Cost d'accés als aeroports desglossat. Baix Ebre-Montsià.

Una conclusió lateral que es pot extreure dels resultats és que els peatges de les vies ràpides generen una restricció important al desplaçament en vehicle privat per el territori, no és fins la creació de l'escenari S07, on es concentren les accions de tots els stakeholders, que la quota de mercat obtinguda per els aeroports secundaris supera la que obtindrien en un hipotetic cas de liberalització de les autopistes AP-7 i AP-2.

La creació dels serveis d'alta velocitat des de Barcelona genera pràcticament el mateix augment en la quota de GRO que els incentius del vehicle privat per accedir a GRO. Taula 35.

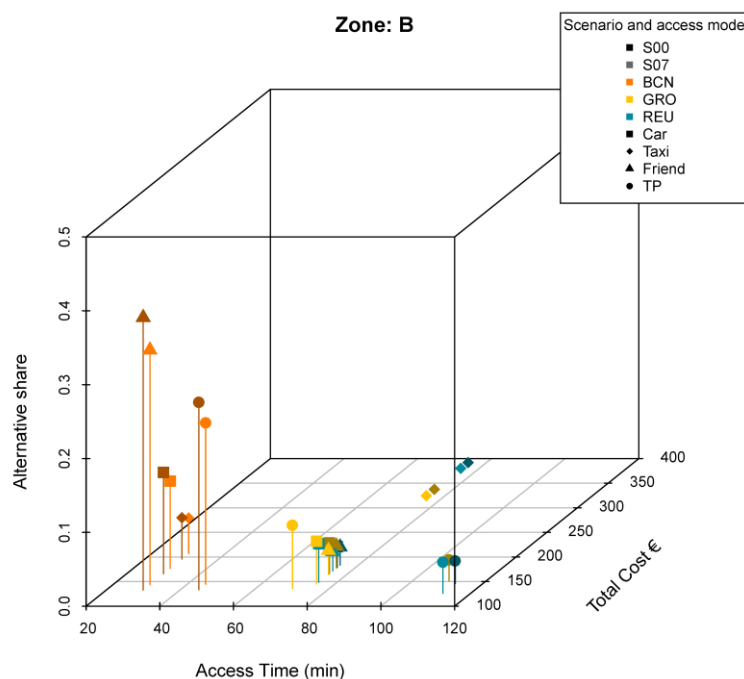


Figura 85. S00, S07. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Llobregat i Barcelonès.



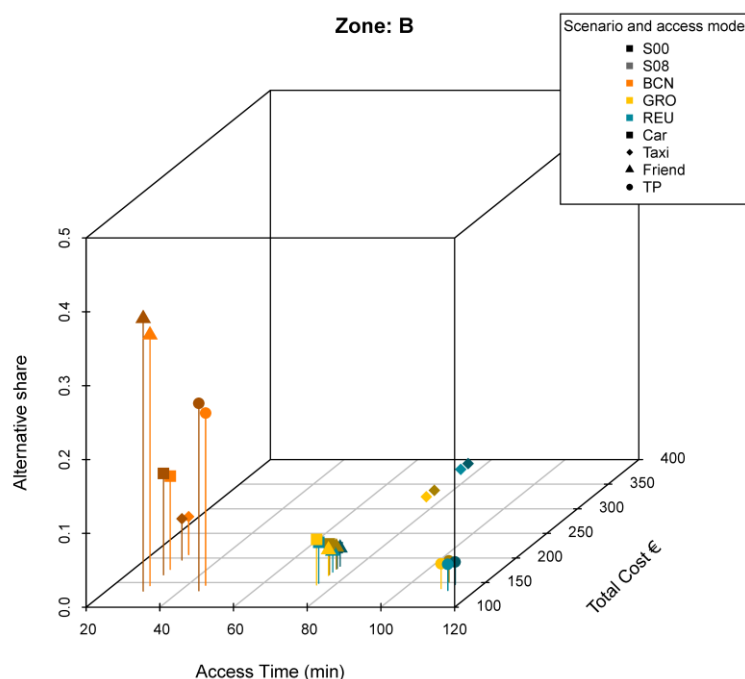
**Aplicació**

Figura 86. S00, S08. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Llobregat i Barcelonès.

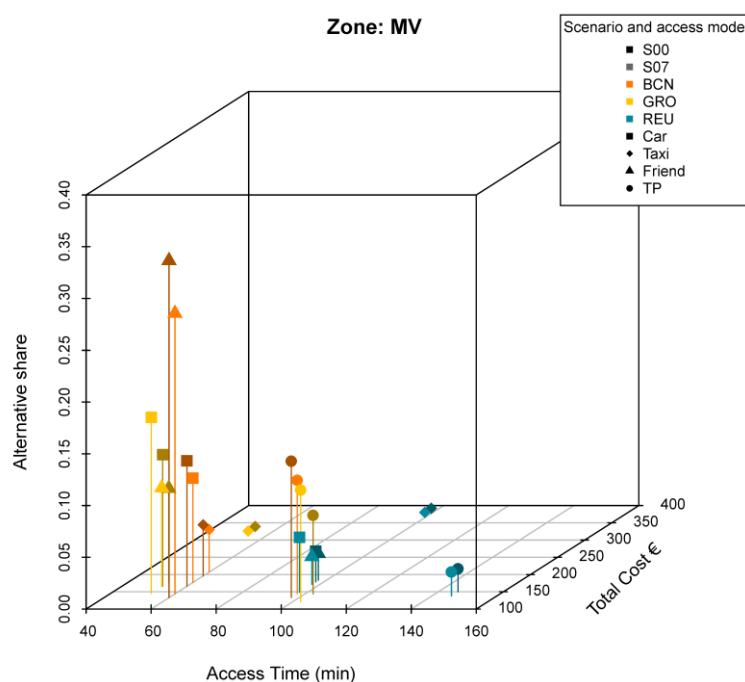


Figura 87. S00, S07. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Maresme-Vallès.

El cas de les Terres de l'Ebre és molt interessant perquè mostra com quan la distància fins els aeroports és elevada i s'introdueix una opció d'accés en alta velocitat, aquesta opció, si té el preu adequat, es converteix en una opció a valorar molt destacable. Quan els tres aeroports estan competint en la mateixa

## Aplicació

ruta, l'opció del tren a GRO captura més del 10% del mercat mentre que la resta d'aeroports perden quota. Figura 88.

En el cas de que només hi hagi l'opció de volar des de Barcelona o Girona, el tren a GRO captura prop del 70% del mercat mentre que la resta d'opcions a GRO no arriben ni al 10%. Figura 89. En el cas de l'escenari S09 també la zona del Camp de Tarragona té com a opció més utilitzada l'accés a GRO en alta velocitat. Figura 90. Les dues zones més llunyanes de GRO (amb el permís de la Terra Alta i els Pirineus) amb l'alta velocitat passen de ser zones fora de l'abast de l'aeroport a formar parts importants del hiterland d'aquest aeroport.

Si aquest servei d'alta velocitat s'executa, un es pot preguntar, com és que no es planteja l'opció d'accedir a BCN en tren si està més a prop i comparteix traçat fins a Sants? Doncs bé, el problema de BCN amb l'accés en tren és que el nou ramal està pensat de tal manera que només trens d'ample ibèric poden accedir-hi. Això requereix que per accedir a l'aeroport del delta s'hagi de fer un transbord a Sants. El transbord més els 17 minuts de trajecte addicionals poden ser un temps similar o superior al temps que triga el tren des de Sants fins a GRO.

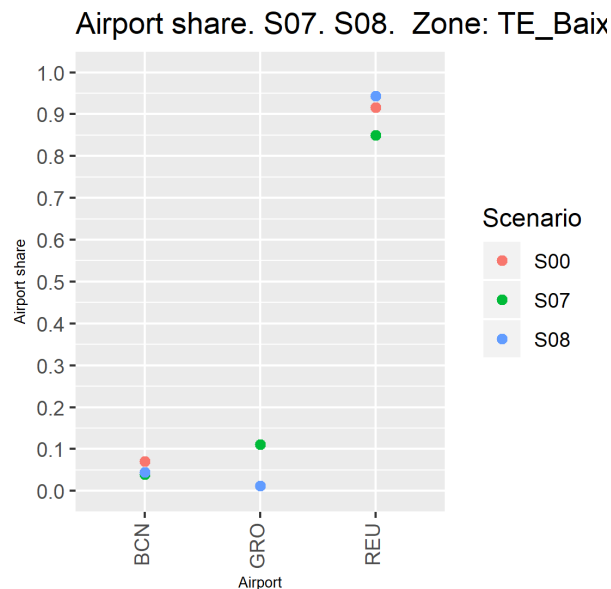


Figura 88. S00, S07 i S08. Distribució aeroportuària al Baix Ebre i Montsià.

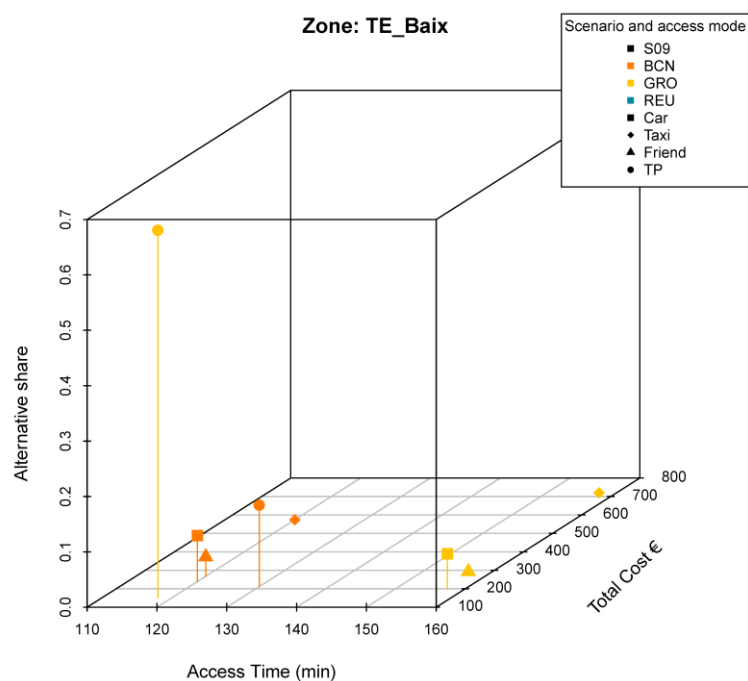
**Aplicació**

Figura 89. S09. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Baix Ebre i Monstà.

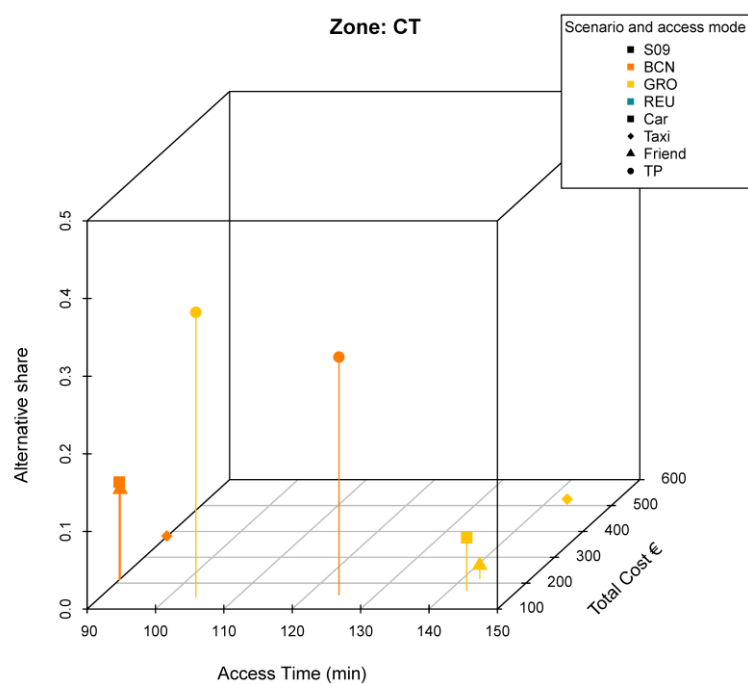


Figura 90. S09. Distribució modal en funció del cost total i el temps d'accés. Camp de Tarragona.

**Aplicació**

	S00			S07			S08			S09	
	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO	REU	BCN	GRO
Alt Penedès	<b>0.592</b>	0.073	0.335	<b>0.474</b>	0.087	0.439	<b>0.474</b>	0.087	0.439	<b>0.845</b>	0.155
Δ				-0.200	0.189	0.312	-0.200	0.189	0.312	0.427	1.122
Alt Urgell - La Cerdanya	0.357	<b>0.390</b>	0.253	0.258	<b>0.425</b>	0.317	0.258	<b>0.425</b>	0.317	0.377	<b>0.623</b>
Δ				-0.279	0.090	0.255	-0.279	0.090	0.255	0.056	0.596
Anoia	<b>0.707</b>	0.087	0.206	<b>0.600</b>	0.110	0.290	<b>0.600</b>	0.110	0.290	<b>0.845</b>	0.155
Δ				-0.152	0.264	0.409	-0.152	0.264	0.409	0.195	0.781
Aran - Alta Ribagorça	0.334	0.149	<b>0.517</b>	0.223	0.152	<b>0.626</b>	0.223	0.152	<b>0.626</b>	<b>0.595</b>	0.405
Δ				-0.334	0.015	0.211	-0.334	0.015	0.211	0.780	1.714
Baix Ebre - Montsià	0.071	0.012	<b>0.917</b>	0.040	0.111	<b>0.850</b>	0.044	0.012	<b>0.944</b>	0.265	<b>0.735</b>
Δ				-0.440	8.057	-0.073	-0.378	-0.033	0.030	2.726	59.221
Baix Llobregat - Barcelonès	<b>0.816</b>	0.101	0.083	<b>0.703</b>	0.176	0.121	<b>0.751</b>	0.130	0.119	<b>0.800</b>	0.201
Δ				-0.139	0.754	0.448	-0.080	0.296	0.430	-0.020	0.995
Baix Penedès - Garraf	<b>0.631</b>	0.045	0.324	<b>0.514</b>	0.055	0.432	<b>0.514</b>	0.055	0.432	<b>0.904</b>	0.096
Δ				-0.186	0.214	0.334	-0.186	0.214	0.334	0.432	1.136
Camp de Tarragona	0.039	0.004	<b>0.957</b>	0.028	0.023	<b>0.949</b>	0.029	0.004	<b>0.967</b>	<b>0.549</b>	0.451
Δ				-0.285	4.800	-0.008	-0.272	0.100	0.011	12.957	111.850
Catalunya Central	0.321	<b>0.634</b>	0.045	0.257	<b>0.679</b>	0.064	0.257	<b>0.679</b>	0.064	0.275	<b>0.725</b>
Δ				-0.199	0.071	0.412	-0.199	0.071	0.412	-0.144	0.144
Girona - Empordà	0.037	<b>0.959</b>	0.003	0.028	<b>0.968</b>	0.005	0.028	<b>0.968</b>	0.005	0.028	<b>0.972</b>
Δ				-0.260	0.009	0.424	-0.260	0.009	0.424	-0.260	0.013
Lleida	0.277	0.241	<b>0.482</b>	0.189	0.261	<b>0.551</b>	0.194	0.239	<b>0.567</b>	0.420	<b>0.580</b>
Δ				-0.319	0.084	0.142	-0.299	-0.009	0.176	0.516	1.411
Maresme - Vallès	<b>0.628</b>	0.295	0.078	<b>0.523</b>	0.375	0.103	<b>0.538</b>	0.357	0.106	<b>0.582</b>	0.418
Δ				-0.168	0.272	0.327	-0.144	0.210	0.366	-0.072	0.417
Pallars	0.286	0.207	<b>0.507</b>	0.196	0.212	<b>0.592</b>	0.196	0.212	<b>0.592</b>	0.481	<b>0.519</b>
Δ				-0.314	0.024	0.167	-0.314	0.024	0.167	0.680	1.509
Ribera d'Ebre - Terra Alta	0.057	0.011	<b>0.933</b>	0.037	0.011	<b>0.953</b>	0.037	0.011	<b>0.953</b>	<b>0.777</b>	0.223
Δ				-0.354	0.000	0.022	-0.354	0.000	0.022	12.637	20.009
Ripollès	0.187	<b>0.778</b>	0.034	0.140	<b>0.814</b>	0.046	0.140	<b>0.814</b>	0.046	0.147	<b>0.853</b>
Δ				-0.251	0.046	0.337	-0.251	0.046	0.337	-0.215	0.096

Taula 35. S00, S07, S08 i S09. Distribució modal.

## 8 Conclusions

### **Anàlisi del sistema multiaeroportuari català**

Al 2003, la congestió de BCN i l'entrada de Ryanair a GRO i REU van propiciar l'aparició d'aeroports secundaris al voltant del mercat aeri de l'àrea metropolitana de Barcelona. GRO i REU van passar a donar servei al seu mercat local i als excedents de la demanda de la regió metropolitana que no podia ser servida des de BCN amb els nivells de servei i preus desitjats.

Els usuaris amb origen o destí l'àrea metropolitana veien compensat l'augment del temps i del cost d'accés amb una reducció dels preus dels bitllets i unes instal·lacions aeroportuàries descongestionades.

L'ampliació de BCN amb la construcció de la pista 25L/07R l'any 2004 i la finalització de la nova terminal 1 l'any 2009 descongestionen les instal·lacions del delta de Llobregat. Amb una infraestructura infrautilitzada, al 2009 el volum de passatgers a BCN és el 50% de la capacitat, i en un context de crisi econòmica, al 2010 AENA decideix permetre a Ryanair operar des de l'aeroport principal del sistema.

De cop, BCN és un aeroport sense problemes de congestió amb unes instal·lacions que ofereixen un nivell de servei molt superior als aeroports secundaris i on s'ofereix la mateixa oferta que tenen els aeroports secundaris. Desapareixen els incentius que tenen els residents de l'àrea metropolitana per a desplaçar-se a GRO o REU. S'inicia la pèrdua de volum de passatgers anuals als aeroports secundaris.

La població de Catalunya està concentrada en l'àrea metropolitana de Barcelona. 4.5M de persones viuen en un radi de 45km de BCN, mentre que a GRO ho fan 0.65M i a REU 0.58M. Aquesta distribució no ajuda a que GRO i REU tinguin un mercat local el suficientment gran com per a que companyies aèries decideixin cobrir-lo des de els aeroports locals.

En l'actualitat, GRO i REU tenen una oferta que cobreix gairebé de manera exclusiva el mercat d'atracció com a destinació turística. S'operen rutes a les illes britàniques i al nord-est d'Europa. Aquesta demanda està coberta per companyies low cost i vols xàrter i és una demanda focalitzada en els mesos d'estiu.

Com que la demanda com a destinació domina el mercat, el mercat local es veu obligat a desplaçar-se fins a l'aeroport principal del sistema si la destinació no és l'origen de la demanda turística.

BCN té una oferta més equilibrada però també pateix d'una reducció de la demanda durant els mesos d'hivern. A BCN hi ha bases d'operacions de Vueling per al mercat proper i de Norwegian i Level per al mercat intercontinental. Totes tres companyies low cost.

BCN comença a mostrar els primers signes de congestió, sobretot en el costat aire durant determinades hores punta del dia on les operacions de sortida o d'arribada s'apropen als límits mediambientals. A més l'aeroport sembla que pateix una congestió sistèmica en els enlairaments ja que inclús durant els mesos de baixa activitat l'aeroport registra retards superiors als 15 min en un 15% dels enlairaments.

Tot i això, la congestió actual no es suficient com per a que ni les companyies ni els usuaris decideixin traslladar activitat a GRO o REU ni per a que els preus dels bitllets a GRO i REU tinguin un rang de preus inferiors als de BCN.

## Conclusions

---

### Exercici de preferències declarades

La investigació qualitativa permet crear una base per a la construcció de l'exercici PD. Es detecta que l'accés a l'aeroport és una variable important.

Per a considerar el transport públic com a alternativa, l'usuari ha de viure a prop d'un punt d'entrada al sistema ja que depenent d'on visqui, l'accés al transport públic no li compensa i és millor anar directament en vehicle privat fins l'aeroport.

Els residents al Maresme i a el Vallès, degut a la congestió de la infraestructura viària, poden ser més propensos a l'ús de GRO com a aeroport d'origen.

La realització d'un exercici PD requereix personalitzar les opcions plantejades a cada escenari per a que siguin alternatives creïbles.

Personalitzar les opcions per a un territori amb accessos als aeroports heterogenis requereix d'una capacitat tecnològica fora de l'abast de la investigació. Com a solució es discretiza Catalunya entre Vegueries i la Vegueria de Barcelona en 2 subdivisions per a tindre en compte les diferències entre el Baix Llobregat i el Barcelonès amb el Vallès i el Maresme.

Els resultats mostren una tendència que revela el poc ús de GRO i REU per part dels residents a la regió metropolitana de Barcelona: A l'hora de buscar bitllets d'avió només el 5.8% dels enquestats del Baix Llobregat i Barcelonès miren si hi han opcions de volar des de GRO. Aquest percentatge baixa fins al 1.4% per a REU.

Al Maresme i al Vallès la tendència a només tindre en compte l'aeroport principal no es tant marcada, el 18.75% contempla GRO quan busca vols, demostrant que el comportament és diferent.

L'enquesta la responen 401 persones, 31 respostes són eliminades per ser errònies o incompletes. De les enquestes correctes, 262 són de la zona Baix Llobregat-Barcelonès, mostrant una sobre representació de Barcelona.

La manera en que s'ha distribuït l'enquesta no permet assegurar que la mostra sigui aleatòria i representativa del territori.

### Model d'elecció discreta

El "panel data" obtingut de l'enquesta requereix d'un elevat nombre de respostes per a que es cobreixi tot l'espectre estadístic de les combinacions entre les variables presentades. Aquest fet fa difícil l'obtenció de resultats qualitatius però permet analitzar quantitativament el comportament de cada zona.

La dificultat de calibrar un model amb una variabilitat tant elevada de les dades amb pocs resultats fa que es desestimi realitzar una anàlisi de sensibilitat.

Tot i això, es pot dir que la metodologia és correcta i que una divulgació més extensa de l'enquesta entre una població més heterogènia i més aleatòria permetria la calibració i posterior anàlisi de sensibilitat dels models proposats.

A més un augment de les dades recopilades permetria la segmentació de la població per gustos i crear models diferents per a grups poblacionals.



## Conclusions

---

Al muntar l'enquesta es comet l'error de no separar el preu del bitllet de la freqüència del vol, de manera que sempre que el bitllet a l'aeroport secundari era car, la freqüència de la ruta millorava. A més en els escenaris on es mostra una freqüència superior als aeroports secundaris sempre hi ha una opció més cara a l'aeroport principal.

Això fa que la variable de la freqüència de la no sigui independent de la relació de preus entre els aeroports secundaris i BCN, i per tant no és pot utilitzar la freqüència de la ruta com a variable del model.

A l'hora es pot entendre que la distància a l'aeroport és un "Proxy" del cost d'accés i del temps d'accés i per tant és decideix no incloure la variable dins del model.

A l'utilitzar un model MNL, s'aplica la IIA i el model només és sensible a la variació entre les utilitats. D'aquesta manera, el model dona els mateixos resultats si es mantenen les diferències de preu constants. Això fa que el model no pugui veure diferències entre una situació on tots els vols tenen un preu de 125€ i una situació on el preu és de 300€.

Aquesta propietat també simplifica el model i permet obtenir amb un preu de partida dels bitllets les diferents particions modals en funció, no del preu dels bitllets si no de la variació entre els preus.

El model que s'escull és un model molt sensible al mode d'accés a l'aeroport ja que és el model més sensible a la variació del temps d'accés i és poc sensible a la variació del preu del bitllet. Això concorda amb el trobat a la literatura, que diu que els usuaris són molt sensibles al temps d'accés.

### Aplicació del model

A l'aplicar el model a la situació existent, mateix nivell de servei i mateix preu dels bitllets d'avió als tres aeroports, els resultats són que la partició modal es decideix exclusivament amb el cost i temps d'accés. Degut a la distribució de la població, els territoris on viu el 70% de la població de Catalunya tenen com a aeroport preferent BCN.

Els resultats trobats concorden amb l'anàlisi del sistema. La majoria de la població, si té l'opció de volar des de els tres aeroports amb les mateixes condicions als tres aeroports, escull BCN per comoditat i proximitat.

### Tasses aeroportuàries

La modificació de les tasses aeroportuàries permet incrementar la diferència de preu entre els aeroports secundaris i el principal. Però la variació de les tasses té components d'economia d'escala, una variació important de les tasses al dividir-se per el número de passatgers de l'aeronau té una repercussió menor en el preu del bitllet.

Una diferència de 30€/pax comporta una reducció de les tasses a GRO de 2400€ fins al 28% de les tasses actuals, A l'hora implica que les tasses a BCN siguin un 150% de les actuals i un increment de 2190€.

Aquesta política es trasllada en una reducció de la quota modal de BCN en un 7% i un increment de la quota de GRO i REU del 9% i 8%, respectivament.

És pot concloure que una variació de les tasses no pot assolir les diferències de preu necessàries per a que en l'estat actual del mercat, GRO i REU siguin una opció per a la majoria dels usuaris provinents de

## Conclusions

---

l'àrea metropolitana ja que no és fins que els preus de GRO i REU són de l'ordre del 60% dels de BCN que els models mostren canvis importants en les quotes de mercat.

### Accés en vehicle privat

Es descarta incrementar el preu de l'estacionament a BCN degut a que hi ha una forta competència per l'estacionament amb companyies externes i és complicat veure creïble que en un mercat amb una forta competència, davant d'un increment del preu de l'estacionament els usuaris escollissin un altre aeroport i no un canvi d'estacionament.

La variació del preu dels estacionaments dels aeroport secundaris millora la seva quota modal però comporta variacions de la modalitat del mateix ordre de magnitud que la variació de les tasses.

La gratuïtat de l'AP-7 i l'AP-2 mostra indicis de ser un canvi radical en la mobilitat interurbana a Catalunya i a l'arc Mediterrani. Els costos d'accés en vehicle privat és veuen reduïts en més d'1/3 en gairebé totes les relacions amb els aeroports secundaris. És la mesura que major impacte té en l'augment de la quota modal dels aeroports secundaris. Tot i això la decisió de la gratuïtat o no de les vies d'altres prestacions no hauria de prendre's en base als interessos de promocionar els aeroports secundaris.

S'ha de tindre en compte que qualsevol increment de la mobilitat en vehicle privat cap als aeroport secundaris promou l'increment de les emissions de CO<sub>2</sub> i de contaminants atmosfèrics per tant la promoció d'aquest mode d'accés va en contra dels objectius de transició energètica i incentivar el transport públic.

### Transport públic

La reducció dels preus del transport públic actual als aeroports secundaris no té un impacte important en el mercat. Els temps d'accés des de l'àrea de Barcelona són molt superiors als temps d'accedir en altres modes als tres aeroports.

La línia d'autobús de l'Eix transversal té uns temps d'accés i preus prou competitius comparat amb l'accés en vehicle privat.

La creació d'un baixador a la línia d'alta velocitat a GRO i no a REU es justifica per la intenció de consolidar demandes amb objectius diferents dins del mateix servei ferroviari. GRO està dins del corredor Madrid-Frontera francesa i del corredor mediterrani mentre que REU només està al corredor mediterrani.

L'alta velocitat guanya una quota de mercat important al Camp de Tarragona i al Baix Ebre, igualant o superant els temps i costos d'accés en transport públic a BCN. El trade-off entre cost-temps d'accés no és satisfactori per als serveis ferroviaris Lleida-GRO en comparació amb l'autobús.

Amb l'accés ferroviari GRO guanya una important quota de mercat però principalment ho fa de zones on l'aeroport de preferència és REU. A Barcelona també té una millora respecte la quota de l'autobús.

El tren d'alta velocitat és competitiu allà on hi ha una estació d'alta velocitat. Si s'ha de realitzar un accés fins al tren en vehicle privat o en transport públic llarg, el tren perd ràpidament l'avantatge del temps d'accés inferior al vehicle privat.

## Conclusions

---

### Combinació de les polítiques dels principals agents

Es combinen les possibles actuacions dels agents implicats: La combinació de

- AENA: Diferència de taxes aeroportuàries de 30€/pax entre BCN i els aeroports secundaris
- AENA: Estacionament a 10€/3nits als aeroports secundaris
- Generalitat, Govern central i operadors ferroviaris. La creació de serveis ferroviaris d'alta velocitat i la millora del preu del transport públic a les zones on l'alta velocitat no arriba o no es competitiva

Amb aquest escenari es pot veure com els aeroports secundaris comencen a tindre un pes rellevant dins del sistema multiaeroportuari.

La combinació de l'alta velocitat amb la diferència en el preu dels bitllets fa que l'aeroport de GRO tingui una major repercussió que REU en mercats com Barcelona i li guanya terreny a les Terres de l'Ebre. Al Camp de Tarragona, GRO també té uns increments importants però REU segueix controlant el mercat.

Es interessant veure que si només hi ha l'opció de volar des de BCN i GRO, les zones més allunyades de l'àrea metropolitana de Barcelona és decanten per GRO o obtenen una partició modal molt equitativa entre les dues instal·lacions.

### Conclusions finals

En l'estat actual, on a BCN operen companyies aèries que ofereixen tots els nivells de servei del mercat i no hi ha una congestió generalitzada a l'aeroport que dificulti l'operativa de les companyies ni l'entrada de noves companyies a l'aeroport, és complicat revertir l'espiral d'atracció de BCN com a infraestructura aeroportuària.

Així, polítiques de profunditat limitada, com les proposades, i que no generen un canvi estructural del sistema aconseguixen resultats limitats.

L'aplicació de la coordinació de les taxes aeroportuàries s'enfronta amb l'economia d'escala. Una variació de 1000€ en la taxa aeroportuari té una repercussió de 5.30€ en el bitllet de l'usuari. Això dificulta que un usuari es decanti per un augment en el temps d'accés i un increment del cost d'accés a un aeroport secundari per millores en el preu del bitllet tant reduïdes.

No és difícil creure que si es torna a arribar a una situació en que BCN torna a estar a prop de la saturació els aeroports secundaris guanyin quota de mercat però si es torna a resoldre la congestió a BCN amb una ampliació de les terminals o una reducció de les restriccions del costat aire, el motiu principal del desplaçament dels usuaris i les companyies als aeroports secundaris es resoldrà i el mercat tornarà a consolidar-se al voltant de l'aeroport principal.

Fins que no es generi una situació on la congestió severa de BCN i la capacitat de l'aeroport limitin l'oferta, sembla difícil que es pugui arribar a que els preus del bitllet a GRO i REU siguin de l'ordre del 60% dels preus a BCN.

La creació d'un baixador d'alta velocitat a Girona i la promoció de l'autobús des de les zones on el tren no arriba o no es competitiu té el potencial de convertir l'aeròdrom en l'aeroport secundari de Catalunya. Ara bé, qualsevol millora en l'accés ferroviari a BCN pot comportar la reversió d'aquesta tendència.

## Conclusions

---

Sembla difícil compaginar ampliacions de capacitat i millores de l'accés a l'aeroport principal amb diversificar cap als aeroports secundaris part de la oferta.

### 8.1 Futures línies d'investigació

El treball i les hipòtesis que es plantegen en aquest document són les bases per a un estudi més detallat construït a partir d'una mida mostral més gran i sense problemes de biaixos.

Tot i que els resultats quantitatius del treball s'han d'entendre com a tendències i no valors precisos, la metodologia presentada i les tendències observades haurien de servir per a ampliar la recerca i poder presentar una estratègia conjunta dels actors del sistema aeroportuari català amb l'objectiu de fer inversions estratègiques i amb sentit dins del sistema.

Així les línies d'investigació a seguir haurien de ser:

- Anàlisi exhaustiu de la congestió a BCN per a plantejar una possible millora de la eficiència de l'aeroport. Entendre en quin moment es pot arribar a una situació de congestió que obligui a limitar l'oferta de l'aeroport.
- Crear l'enquesta des d'un web que permeti personalitzar els escenaris en funció del codi postal de l'usuari i que les opcions presentades no siguin estàtiques, és a dir, que es puguin presentar diferents interaccions a cada usuari per a així poder recopilar més dades sobre les interaccions dels nivells de les variables. A més afegir a l'enquesta l'opció de no viatjar si les alternatives proposades es consideren totes dolentes.
- Tindre recursos per a realitzar un pilot de l'enquesta per a solucionar possibles errors i difondre l'enquesta a una mostra més gran, més aleatòria i repartida per el territori.
- Per a la creació de nous models d'elecció discreta, tindre una mostra el suficientment gran com per a poder segmentar la població en grups amb comportaments similars. Tindre en compte si els usuaris han utilitzat anteriorment els aeroports secundaris.
- Analitzar el mercat aeri i veure quines condicions s'han de complir per a que GRO i REU tinguin una oferta amb preus de l'ordre del 60% de l'oferta de BCN.
- Fer un anàlisi cost-benefici rigorós comparant l'ampliació de BCN amb la infraestructura necessària per a que GRO i REU siguin aeroports secundaris.
- Analitzar la compatibilitat de gestionar un sistema multiaeroportuari amb l'objectiu de que BCN augmenti el seu hinterland fins a Zaragoza, València i el sud de França per als vols de llarg recorregut.
- Analitzar si l'atomització del mercat aeri català es compatible amb la tendència actual del mercat a la consolidació del sector amb el tancament de bases aèries i la fallida de companyies com WoW o Thomas Cook.
- Finalment, no s'ha d'oblidar que BCN, GRO i REU competeixen amb altres regions per a captar rutes i turistes, per tant les polítiques tarifaries d'augment a BCN i reducció a GRO i REU poden repercutir en que companyies que operen al sistema puguin preferir deixar d'operar a BCN i operar una ruta a una altra regió que traslladar la operativa a GRO o REU.

## Bibliografia

1. European commission. *EU Aviation: 25 years of reaching new heights / Mobility and Transport* [en línia]. 2017. Brussels: 2017. Disponible a: [https://ec.europa.eu/transport/modes/air/25years-eu-aviation\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/air/25years-eu-aviation_en).
2. IATA. Aviation Benefits 2017. A: *International Air Transport Association* [en línia]. 2017.
3. Parrella, B.C. *Understanding Airline and Passenger Choice in Multi-Airport Regions*. Washington: Transport Research Board, 2013. ISBN 9780309283649.
4. Ishii, J., Jun, S. i Van Dender, K. Air travel choices in multi-airport markets. A: *Journal of Urban Economics*. Elsevier Inc., 2009, Vol. 65, núm. 2, p. 216-227. ISSN 00941190.
5. Ortega Figueiral, Ja. Level-Norwegian. Una batalla intercontinental inédita en Barcelona. A: *La Vanguardia*. 2017, Disponible a: <https://www.lavanguardia.com/economia/20170318/42960824997/level-norwegian-iberia-guerra.html>.
6. Bonnefoy, P.A. *Emergence of secondary airports and dynamics of regional airports systems in the United States*. Cambridge: MIT, 2005. ICAT.
7. Takebayashi, M. Managing the multiple airport system by coordinating short/long-haul flights. A: *Journal of Air Transport Management*. Elsevier Ltd, 2012, Vol. 22, p. 16-20. ISSN 09696997.
8. Martín, J.C. i Voltes-Dorta, A. The dilemma between capacity expansions and multi-airport systems: Empirical evidence from the industry's cost function. A: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2011, Vol. 47, núm. 3, p. 382-389. ISSN 13665545.
9. Malhotra, N.K. Diseño de la investigación exploratoria: investigación cualitativa. A: *Investigación de mercados*. Prentice Hall Mexico, 2008, p. 140-179. ISBN 9789702611851.
10. Espino, R., Ortúzar, J.D.D. i Román, C. Diseño de preferencias declaradas para analizar la demanda de viajes. A: *Estudios de Economía Aplicada*. 2004, Vol. 22, p. 759-793. ISSN 1697 - 5731.
11. Louviere, J. Conjoint Analysis Modelling of State of Preferences. a Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity. A: *Journal of Transport Economics and Policy*. 1988, Vol. 22, núm. 1. ISSN 0022-5258.
12. Hess, S. An analysis of airport-choice behaviour using the Mixed Multinomial Logit model Stephane Hess Centre for Transport Studies Imperial College London. A: *ERSA conference papers*. 2004, p. 1-26.
13. Blackstone, E.A., Buck, A.J. i Hakim, S. Determinants of airport choice in a multi-airport region. A: *Atlantic Economic Journal*. 2006, Vol. 34, núm. 3, p. 313-326. ISSN 01974254.
14. Lago, L. i Robusté, F. Aeropuerto de Barcelona. Apunts de l'assignatura de transports del màster de camins, canals i ports, UPC, ETSECCPB, 2009.
15. Robusté, F. Case 1: Terminal T1 BCN Airport Part A - Introduction. Apunts de l'assignatura de transports del màster de camins, canals i ports, UPC, ETSECCPB, 2017.
16. AENA. Aeropuerto de Girona-Costa Brava. Història. [en línia]. Madrid: AENA, 2019. Disponible a: <http://www.aena.es/ca/aeroporto-girona-costa-brava/index.html>.
17. annaaero. The "best, most and worst" Ryanair airports 2007-17. [en línia]. anna aero, 2017. Disponible a: <https://www.anna.aero/2017/02/01/best-most-worst-ryanair-bases/>.
18. TV3. Ryanair tancarà la seva base a l'aeroport de Girona el gener del 2020. [en línia]. St Joan Despí: TV3, 2019. Disponible a: <https://www.ccma.cat/324/ryanair-tancara-la-seva-base-a-laeroporto-de-girona-el-gener-de-2020/noticia/2943144/>.
19. AENA. *Aeroporto de Reus - Història* [en línia]. Madrid: AENA, 2019. Disponible a: <http://www.aena.es/ca/aeroporto-reus/historia.html>.
20. AENA. Estadísticas - Aeropuertos Españoles - AENA. [en línia]. Madrid: AENA, 2019. Disponible a: <http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>.

## Bibliografia

21. FlightRadar 24. *Live Flight Tracker - Real-Time Flight Tracker Map | Flightradar24* [en línia]. 2019. Disponible a: <https://www.flightradar24.com/ICV8777/1fd4d29f>.
22. AENA. *Presentación - JT Barcelona-El Prat Airport*. AENA, 2018.
23. AENA. *Presentación - Girona-Costa Brava Airport*. AENA, 2018.
24. AENA. *Presentación - Reus Airport*. AENA, 2019.
25. Forbes. The World's Largest Public Companies List. [en línia]. Jefferson City: Forbes, 2019. Disponible a: <https://www.forbes.com/global2000/list/#industry:Semiconductors>.
26. ATW. 2019 World Airline Report - World Airline Fleets. [en línia]. Washington DC: ATW, 2019. Disponible a: <https://atwonline.com/datasheet/2019-world-airline-report-world-airline-fleets>.
27. FlightStats. Airport On-Time Performance Reports. [en línia]. Portland: FlightStats, 2019. Disponible a: [www.flightstats.com/company/monthly-performance-reports/airports/](http://www.flightstats.com/company/monthly-performance-reports/airports/).
28. AENA. Transporte y parking - Aeropuerto de Josep Tarradellas Barcelona-El Prat. [en línia] Madrid: AENA, 2019. Disponible a: <http://www.aena.es/es/aeropuerto-barcelona/transporte-y-parking.html>.
29. AENA. Transport i pàrquing - Aeroport de Girona-Costa Brava. [en línia] Madrid: AENA, 2019. Disponible a: <http://www.aena.es/ca/aeropuerto-girona-costa-brava/transport-parquing.html>.
30. AENA. Transport i pàrquing - Aeroport de Reus. A: [en línia] Madrid: AENA, 2019. Disponible a: <http://www.aena.es/ca/aeropuerto-reus/transport-parquing.html>.
31. RENFE. Renfe. [en línia] Madrid: RENFE, 2019. Disponible a: <http://renfe.com/viajeros/index.html>.
32. Catalunya, G. de. Tots els horaris. Rodalies de Catalunya. [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 2019. Disponible a: <http://rodalies.gencat.cat/ca/horaris/tots-els-horaris/>.
33. PEMB. Accés de Rodalies a la nova terminal de l'Aeroport de Barcelona-El Prat. [en línia]. Barcelona: PEMB, 2015. Disponible a: [https://pemb.cat/ca/projectes-estrategics/acces\\_de\\_rodalies\\_a\\_la\\_nova\\_terminal\\_de\\_l\\_aeroport\\_de\\_barcelona\\_el\\_prat/71/](https://pemb.cat/ca/projectes-estrategics/acces_de_rodalies_a_la_nova_terminal_de_l_aeroport_de_barcelona_el_prat/71/).
34. Massport. Airport Statistics for Boston Logan International Airport. [en línia]. Boston: Massport, 2017. Disponible a: <https://www.massport.com/logan-airport/about-logan/airport-statistics/>.
35. Catalunya, G. de. Autobusos interurbans de Catalunya (línies, horaris i parades). [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 2019. Disponible a: [http://territori.gencat.cat/ca/01\\_departament/12\\_cartografia\\_i\\_toponimia/bases\\_cartografiques/infraestructures\\_mobilitat/autobusos\\_interurbans/](http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/12_cartografia_i_toponimia/bases_cartografiques/infraestructures_mobilitat/autobusos_interurbans/).
36. Abertis. Tarifas – Autopistas. [en línia]. Barcelona: Abertis, 2019. Disponible a: <https://www.autopistas.com/tarifas-y-descuentos/tarifas/>.
37. TravelTime Maps. TravelTime Maps. [en línia]. Londres: TravelTime, 2018. Disponible a: <https://app.traveltimeplatform.com>.
38. Typeform. The future of forms is here | Typeform. [en línia]. Barcelona: Typeform, 2019. Disponible a: <https://www.typeform.com/%0Ahttps://www.typeform.com/product/>.
39. Pompilio Sartori, J.J. Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros. 2006, p. 1-31.
40. Cid, G. De 19,95 a 69 €/año: estas son las subidas de tarifas que Amazon baraja para Prime. A: *El confidencial*. 2017.
41. DGT. *Parque de vehículos* [en línia]. Madrid: DGT, 2019. 2019. Disponible a: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/>.
42. European Environment Agency. Average carbon dioxide emissions from new passenger cars. A: *Data and maps*. 2018. [en línia]. Brussels: EEA, 2018. Disponible a: [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/average-emissions-for-new-cars-4#tab-chart\\_1](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/average-emissions-for-new-cars-4#tab-chart_1).
43. T & E. CO2 emissions from cars: the facts. [en línia]. Brussels: T&E 2014. Disponible a: [https://www.dbresearch.de/PROD/DBR\\_INTERNET\\_EN-PROD/PROD0000000000346332/CO2+emissions+from+cars:+Regulation+via+EU+Emissio.pdf](https://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD0000000000346332/CO2+emissions+from+cars:+Regulation+via+EU+Emissio.pdf).
44. Territori, D. De. *ORDRE TES/226/2018, de 20 de desembre*. 2018. 2018.
45. Baltagi, B. *Econometric analysis of panel data*. 2005. 2005. ISBN 9780470014561.



## Bibliografia

---

46. Ben-Akiva, M. i Lerman, S.R. *Discrete Choice Analysis. Theory and application to travel demand*. Cambridge, Massachussets: The MIT Press, 1985. ISBN 978-0-262-53640-0.
47. AENA. Guía de Tarifas. [en línia]. Madrid: AENA, 2019. Disponible a: [file:///D:/Paul Gómez/Ejemplos de diagramacion/Guia\\_Franquicias\\_Emprendedores\\_2017.pdf](file:///D:/Paul%20G%C3%B3mez/Ejemplos%20de%20diagramacion/Guia_Franquicias_Emprendedores_2017.pdf).
48. Boeing. Next-Generation 737. [en línia]. Seattle: Boeing, 2019. Disponible a: <https://www.boeing.com/commercial/737ng/>.
49. Airbus. A320 Family - Passenger aircraft. [en línia]. Tolouse: Airbus, 2019. Disponible a: <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/a320-family.html>.
50. Orth, H., Frei, O. i Weidmann, U. Effects of non-aeronautical activities at airports on the public transport access system: A case study of Zurich Airport. A: *Journal of Air Transport Management* [en línia]. Elsevier Ltd, 2015, Vol. 42, p. 37-46. ISSN 09696997.

ANNEXOS

## Annex A.

### Dades bàsiques

**Annex A. Dades auxiliars****1. Variables dels modes d'accés utilitzats a l'enquesta**

	<i>Airport</i>	<i>AM</i>	<i>Head</i>	<i>First</i>	<i>AccessCost_L</i>	<i>AccessCost_H</i>	<i>Median</i>	<i>AT_L</i>	<i>AT_H</i>	<i>Median</i>	<i>Idle</i>
Alt Pirineu i Aran	1	A	0	0	115	115	115	105	270	187,5	90
	1	A1	0	0	135	135	135	105	270	187,5	90
	1	B	0	0	564	564	564	105	270	187,5	90
	1	C	0	0	157	157	157	105	270	187,5	90
	1	DVal	1440	10,5	64	74	69	270	345	307,5	180
	1	DAnd	205,71	9,43	27	60	43,5	190	225	207,5	135
	1	DPal	288	9,43	86	93	89,5	204	305	254,5	135
	2	A	0	0	74	74	74	120	300	210	90
	2	A1	0	0	65	65	65	120	300	210	90
	2	B	0	0	517	517	517	120	300	210	90
	2	C	0	0	113	113	113	120	300	210	90
	2	DAVE	288	10,83	86	93	89,5	205	345	275	135
	3	A	0	0	59	59	59	120	240	180	90
	3	A1	0	0	44	44	44	120	240	180	90
	3	B	0	0	448	448	448	120	240	180	90
	3	C	0	0	61	61	61	120	240	180	90
Barcelona	1	A	0	0	41	41	41	15	45	30	90
	1	A1	0	0	60	60	60	15	45	30	90
	1	B	0	0	71	71	71	15	45	30	90
	1	C	0	0	8	8	8	15	45	30	90
	1	D	30	5,5	8,6	8,6	8,6	15	75	45	120
	2	A	0	0	48	48	48	60	90	75	90
	2	A1	0	0	39	39	39	60	90	75	90
	2	B	0	0	218	218	218	60	90	75	90
	2	C	0	0	60	60	60	60	90	75	90
	2	DBUS	480	6,25	32	32	32	80	140	110	150
	2	DAVE	0	0	50	50	50	40	100	70	120
	3	A	0	0	61	61	61	60	90	75	90
	3	A1	0	0	47	47	47	60	90	75	90
	3	B	0	0	274	274	274	60	90	75	90
	3	C	0	0	66	66	66	60	90	75	90
	3	D	720	12,17	28	28	28	100	159	129,5	150
	3	D1	0	0	28	28	28	90	135	112,5	120

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Airport</i>	<i>AM</i>	<i>Head</i>	<i>First</i>	<i>AccessCost_L</i>	<i>AccessCost_H</i>	<i>Median</i>	<i>AT_L</i>	<i>AT_H</i>	<i>Median</i>	<i>Idle</i>
<i>Camp de Tarragona</i>	1	A	0	0	77	77	77	60	120	90	90
	1	A1	0	0	95	95	95	60	120	90	90
	1	B	0	0	244	244	244	60	120	90	90
	1	C	0	0	80	80	80	60	120	90	90
	1	DBUS	288	5,42	35	35	35	65	184	124,5	180
	1	DTREN	75,79	9,93	20	24	22	101	184	142,5	180
	1	DAVE	96	8,93	72	72	72	99	99	99	135
	2	A	0	0	74	74	74	105	180	142,5	90
	2	A1	0	0	65	65	65	105	180	142,5	90
	2	B	0	0	419	419	419	105	180	142,5	90
	2	C	0	0	113	113	113	105	180	142,5	90
	2	DAVE	288	8,83	80	80	80	93	93	93	135
	3	A	0	0	29	29	29	15	60	37,5	90
	3	A1	0	0	15	15	15	15	60	37,5	90
	3	B	0	0	25	25	25	15	60	37,5	90
	3	C	0	0	5	5	5	15	60	37,5	90
	3	D	288	9,42	5	5	5	20	40	30	180
<i>Catalunya Central</i>	1	A	0	0	52	52	52	60	120	90	90
	1	A1	0	0	70	70	70	60	120	90	90
	1	B	0	0	198	198	198	60	120	90	90
	1	C	0	0	29	29	29	60	120	90	90
	1	D	45	7,93	12,6	12,6	12,6	101	148	124,5	180
	2	A	0	0	31	31	31	45	120	82,5	90
	2	A1	0	0	22	22	22	45	120	82,5	90
	2	B	0	0	183	183	183	45	120	82,5	90
	2	C	0	0	26	26	26	45	120	82,5	90
	2	D	205,71	8,08	11,2	22,8	17	50	135	92,5	180
	2	D1	205,71	0	11,2	22,8	17	50	135	92,5	120
	3	A	0	0	73	73	73	90	150	120	90
	3	A1	0	0	59	59	59	90	150	120	90
	3	B	0	0	318	318	318	90	150	120	90
	3	C	0	0	90	90	90	90	150	120	90

**Annex A. Dades auxiliars**

	<b>Airport</b>	<b>AM</b>	<b>Head</b>	<b>First</b>	<b>AccessCost_L</b>	<b>AccessCost_H</b>	<b>Median</b>	<b>AT_L</b>	<b>AT_H</b>	<b>Median</b>	<b>Idle</b>
<b>Girona</b>	1	A	0	0	76	76	76	75	150	112,5	90
	1	A1	0	0	94	94	94	75	150	112,5	90
	1	B	0	0	317	317	317	75	150	112,5	90
	1	C	0	0	78	78	78	75	150	112,5	90
	1	DR3	90	7,93	19,7	19,7	19,7	166	200	183	180
	1	DTREN	30	8,43	22,5	30	26,25	103	192	147,5	180
	1	DAVE	96	7,93	44	54	49	78	84	81	135
	1	DBUS	288	5,08	40	50	45	100	230	165	180
	2	A	0	0	21	21	21	15	75	45	90
	2	A1	0	0	12	12	12	15	75	45	90
	2	B	0	0	55	55	55	15	75	45	90
	2	C	0	0	6	6	6	15	75	45	90
	2	D	288	6,75	16	30	23	15	120	67,5	180
	2	D1	288	0	16	30	23	15	120	67,5	90
	3	A	0	0	89	89	89	105	180	142,5	90
	3	A1	0	0	75	75	75	105	180	142,5	90
	3	B	0	0	435	435	435	105	180	142,5	90
	3	C	0	0	121	121	121	105	180	142,5	90

	<b>Airport</b>	<b>AM</b>	<b>Head</b>	<b>First</b>	<b>AccessCost_L</b>	<b>AccessCost_H</b>	<b>Median</b>	<b>AT_L</b>	<b>AT_H</b>	<b>Median</b>	<b>Idle</b>
<b>Lleida</b>	1	A	0	0	59	59	59	75	180	127,5	90
	1	A1	0	0	77	77	77	75	180	127,5	90
	1	B	0	0	297	297	297	75	180	127,5	90
	1	C	0	0	44	44	44	75	180	127,5	90
	1	D	72	8,93	80	80	80	110	230	170	180
	1	D1	72	0	80	80	80	110	230	170	90
	2	A	0	0	49	49	49	90	180	135	90
	2	A1	0	0	40	40	40	90	180	135	90
	2	B	0	0	403	403	403	90	180	135	90
	2	C	0	0	62	62	62	90	180	135	90
	2	D	480	9,58	33,6	46,6	40,1	145	200	172,5	180
	2	D1	480	0	33,6	46,6	40,1	145	200	172,5	90
	2	DAVE	288	8,92	104	120	112	110	230	170	90
	3	A	0	0	52	52	52	60	135	97,5	90
	3	A1	0	0	38	38	38	60	135	97,5	90
	3	B	0	0	237	237	237	60	135	97,5	90
	3	C	0	0	49	49	49	60	135	97,5	90



**Annex A. Dades auxiliars**

	<b>Airport</b>	<b>AM</b>	<b>Head</b>	<b>First</b>	<b>AccessCost_L</b>	<b>AccessCost_H</b>	<b>Median</b>	<b>AT_L</b>	<b>AT_H</b>	<b>Median</b>	<b>Idle</b>
<b>Maresme-Vallès</b>	1	A	0	0	41	41	41	45	90	67,5	90
	1	A1	0	0	60	60	60	45	90	67,5	90
	1	B	0	0	71	71	71	45	90	67,5	90
	1	C	0	0	8	8	8	45	90	67,5	90
	1	D	30	5,93	8,6	8,6	8,6	60	135	97,5	120
	2	A	0	0	48	48	48	45	75	60	90
	2	A1	0	0	39	39	39	45	75	60	90
	2	B	0	0	218	218	218	45	75	60	90
	2	C	0	0	60	60	60	45	75	60	90
	2	DBUS	1440	11,83	25	25	25	75	135	105	150
	2	DAVE	0	7,67	50	50	50	70	122	96	120
	3	A	0	0	61	61	61	60	120	90	90
	3	A1	0	0	47	47	47	60	120	90	90
	3	B	0	0	274	274	274	60	120	90	90
	3	C	0	0	66	66	66	60	120	90	90
	3	D	720	0	32,2	40	36,1	155	210	182,5	150
<b>Penedès</b>	1	A	0	0	58	58	58	30	75	52,5	90
	1	A1	0	0	77	77	77	30	75	52,5	90
	1	B	0	0	138	138	138	30	75	52,5	90
	1	C	0	0	43	43	43	30	75	52,5	90
	1	DR2	30	6,43	8,6	8,6	8,6	25	81	53	135
	1	DR4	30	7,43	8,6	8,6	8,6	69	107	88	135
	1	De5	53,33	7,77	8,6	8,6	8,6	84	109	96,5	135
	2	A	0	0	56	56	56	75	105	90	90
	2	A1	0	0	47	47	47	75	105	90	90
	2	B	0	0	299	299	299	75	105	90	90
	2	C	0	0	75	75	75	75	105	90	90
	2	DAVE	60	8	60	60	60	90	120	105	90
	3	A	0	0	47	47	47	30	90	60	90
	3	A1	0	0	33	33	33	30	90	60	90
	3	B	0	0	138	138	138	30	90	60	90
	3	C	0	0	38	38	38	30	90	60	90

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Airport</i>	<i>AM</i>	<i>Head</i>	<i>First</i>	<i>AccessCost_L</i>	<i>AccessCost_H</i>	<i>Median</i>	<i>AT_L</i>	<i>AT_H</i>	<i>Median</i>	<i>Idle</i>
<i>Terres de l'Ebre</i>	1	A	0	0	104	104	104	90	180	135	90
	1	A1	0	0	123	123	123	90	180	135	90
	1	B	0	0	438	438	438	90	180	135	90
	1	C	0	0	135	135	135	90	180	135	90
	1	DR15	180	9,93	30	70	50	160	220	190	180
	1	DHife	110,77	7,33	76	76	76	120	140	130	135
	1	DAVE	360	8,43	50	50	50	150	150	150	90
	2	A	0	0	102	102	102	135	210	172,5	90
	2	A1	0	0	93	93	93	135	210	172,5	90
	2	B	0	0	614	614	614	135	210	172,5	90
	2	C	0	0	168	168	168	135	210	172,5	90
	2	DAVE	360	8,4	60	60	60	158	158	158	90
	3	A	0	0	51	51	51	45	105	75	90
	3	A1	0	0	37	37	37	45	105	75	90
	3	B	0	0	196	196	196	45	105	75	90
	3	C	0	0	46	46	46	45	105	75	90

**Annex A. Dades auxiliars****2. Preguntes de cada zona**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Alt Pirineu i Aran	1	14	AP-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	115	115	115	161	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	1	15	AP-BCN-1.3-B	1	1	3	2	B	7	46	564	564	564	610	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	1	20	AP-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	74	74	74	120	0	0	120	300	210	90	130	430
	1	24	AP-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	120	240	180	90	135	405
	2	14	AP-BCN-2.3-A	1	2	3	1	A	10,5	104	115	115	115	219	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	2	18	AP-BCN-2.3-D-And	1	2	3	6	DAnd	10,5	104	27	60	27	131	205,71	9,43	190	225	207,5	135	130	472,5
	2	20	AP-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	74	74	74	120	0	0	120	300	210	90	130	430
	2	23	AP-GIR-2.1-D-AVE	2	2	1	5	DAVE	10,5	104	86	93	86	190	288	10,83	205	345	275	135	130	540
	3	14	AP-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	115	115	115	161	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	3	17	AP-BCN-1.3-D-Val	1	1	3	4	DVal	7	46	64	74	64	110	1440	10,5	270	345	307,5	180	130	617,5
	3	18	AP-BCN-1.3-D-And	1	1	3	6	DAnd	7	46	27	60	27	73	205,71	9,43	190	225	207,5	135	130	472,5
	3	19	AP-BCN-1.3-D-Pal	1	1	3	7	DPal	7	46	86	93	86	132	288	9,43	204	305	254,5	135	130	519,5
	3	24	AP-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	59	59	59	163	0	0	120	240	180	90	135	405
	4	17	AP-BCN-2.3-D-Val	1	2	3	4	DVal	10,5	104	64	74	64	168	1440	10,5	270	345	307,5	180	130	617,5
	4	19	AP-BCN-2.3-D-Pal	1	2	3	7	DPal	10,5	104	86	93	86	190	288	9,43	204	305	254,5	135	130	519,5
	4	20	AP-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	74	74	74	178	0	0	120	300	210	90	130	430
	4	24	AP-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	59	59	59	163	0	0	120	240	180	90	135	405
	5	14	AP-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	115	115	115	161	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	5	17	AP-BCN-1.3-D-Val	1	1	3	4	DVal	7	46	64	74	64	110	1440	10,5	270	345	307,5	180	130	617,5
	5	18	AP-BCN-1.3-D-And	1	1	3	6	DAnd	7	46	27	60	27	73	205,71	9,43	190	225	207,5	135	130	472,5
	5	19	AP-BCN-1.3-D-Pal	1	1	3	7	DPal	7	46	86	93	86	132	288	9,43	204	305	254,5	135	130	519,5
	5	20	AP-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	74	74	74	120	0	0	120	300	210	90	130	430
	5	24	AP-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	120	240	180	90	135	405
	6	14	AP-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	135	135	135	383	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Alt Pirineu i Aran	6	18	AP-BCN-3.3-D-And	1	3	3	6	DAnd	28	248	27	60	27	275	205,71	9,43	190	225	207,5	135	130	472,5
	6	20	AP-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	74	74	74	178	0	0	120	300	210	90	130	430
	6	24	AP-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	120	240	180	90	135	405
	7	14	AP-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	135	135	135	239	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	7	17	AP-BCN-2.3-D-Val	1	2	3	4	DVal	10,5	104	64	74	64	168	1440	10,5	270	345	307,5	180	130	617,5
	7	18	AP-BCN-2.3-D-And	1	2	3	6	DAnd	10,5	104	27	60	27	131	205,71	9,43	190	225	207,5	135	130	472,5
	7	19	AP-BCN-2.3-D-Pal	1	2	3	7	DPal	10,5	104	86	93	86	190	288	9,43	204	305	254,5	135	130	519,5
	7	24	AP-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	44	44	44	90	0	0	120	240	180	90	135	405
	8	14	AP-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	115	115	115	363	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	8	17	AP-BCN-3.3-D-Val	1	3	3	4	DVal	28	248	64	74	64	312	1440	10,5	270	345	307,5	180	130	617,5
	8	18	AP-BCN-3.3-D-And	1	3	3	6	DAnd	28	248	27	60	27	275	205,71	9,43	190	225	207,5	135	130	472,5
	8	24	AP-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	59	59	59	163	0	0	120	240	180	90	135	405
	9	15	AP-BCN-2.3-B	1	2	3	2	B	10,5	104	564	564	564	668	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	9	19	AP-BCN-2.3-D-Pal	1	2	3	7	DPal	10,5	104	86	93	86	190	288	9,43	204	305	254,5	135	130	519,5
	9	20	AP-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	65	65	65	111	0	0	120	300	210	90	130	430
	9	24	AP-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	120	240	180	90	135	405
	10	14	AP-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	115	115	115	161	0	0	105	270	187,5	90	130	407,5
	10	17	AP-BCN-1.3-D-Val	1	1	3	4	DVal	7	46	64	74	64	110	1440	10,5	270	345	307,5	180	130	617,5
	10	19	AP-BCN-1.3-D-Pal	1	1	3	7	DPal	7	46	86	93	86	132	288	9,43	204	305	254,5	135	130	519,5
	10	20	AP-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	74	74	74	178	0	0	120	300	210	90	130	430
	10	23	AP-GIR-2.1-D-AVE	2	2	1	5	DAVE	10,5	104	86	93	86	190	288	10,83	205	345	275	135	130	540

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Barcelona	1	1	B-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	41	41	41	87	0	0	15	45	30	90	130	250
	1	2	B-BCN-1.3-B	1	1	3	2	B	7	46	71	71	71	117	0	0	15	45	30	90	130	250
	1	3	B-BCN-1.3-C	1	1	3	3	C	7	46	8	8	8	54	0	0	15	45	30	90	130	250
	1	4	B-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	1	5	B-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	48	48	48	94	0	0	60	90	75	90	130	295
	1	10	B-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	90	75	90	135	300
	2	1	B-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	41	41	41	289	0	0	15	45	30	90	130	250
	2	4	B-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	2	5	B-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	39	39	39	85	0	0	60	90	75	90	130	295
	2	9	B-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	0	0	40	85	62,5	120	130	312,5
	2	10	B-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	61	61	61	165	0	0	60	90	75	90	135	300
	3	4	B-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	3	5	B-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	48	48	48	94	0	0	60	90	75	90	130	295
	3	10	B-REU-3.2-A1	3	3	2	1	A1	28	248	47	47	47	295	0	0	60	90	75	90	135	300
	3	13	B-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	28	28	28	74	720	12,17	90	135	112,5	150	135	397,5
	4	2	B-BCN-1.3-B	1	1	3	2	B	7	46	71	71	71	117	0	0	15	45	30	90	130	250
	4	4	B-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	4	8	B-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	32	32	32	78	480	6,25	80	140	110	150	130	390
	4	13	B-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	28	28	28	74	720	12,17	90	135	112,5	150	135	397,5
	5	1	B-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	60	60	60	164	0	0	15	45	30	90	130	250
	5	4	B-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	5	5	B-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	39	39	39	85	0	0	60	90	75	90	130	295
	5	8	B-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	32	32	32	78	480	6,25	80	140	110	150	130	390

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Barcelona	6	2	B-BCN-2.3-B	1	2	3	2	B	10,5	104	71	71	71	175	0	0	15	45	30	90	130	250
	6	4	B-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	6	9	B-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	0	0	40	85	62,5	120	130	312,5
	6	10	B-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	90	75	90	135	300
	7	1	B-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	60	60	60	308	0	0	15	45	30	90	130	250
	7	4	B-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	7	9	B-GIR-2.2-D-AVE	2	2	2	5	DAVE	10,5	104	50	50	50	154	0	0	40	85	62,5	120	130	312,5
	7	10	B-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	90	75	90	135	300
	8	2	B-BCN-2.3-B	1	2	3	2	B	10,5	104	71	71	71	175	0	0	15	45	30	90	130	250
	8	4	B-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	8	9	B-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	0	0	40	85	62,5	120	130	312,5
	8	10	B-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	47	47	47	93	0	0	60	90	75	90	135	300
	9	1	B-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	60	60	60	308	0	0	15	45	30	90	130	250
	9	3	B-BCN-2.3-C	1	2	3	3	C	10,5	104	8	8	8	112	0	0	15	45	30	90	130	250
	9	8	B-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	32	32	32	78	480	6,25	80	140	110	150	130	390
	9	10	B-REU-3.2-A1	3	3	2	1	A1	28	248	47	47	47	295	0	0	60	90	75	90	135	300
	10	1	B-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	60	60	60	308	0	0	15	45	30	90	130	250
	10	4	B-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,5	15	75	45	120	130	295
	10	8	B-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	32	32	32	78	480	6,25	80	140	110	150	130	390
	10	9	B-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	0	0	40	85	62,5	120	130	312,5
	10	13	B-REU-1.1-D1	3	1	1	4	D1	7	46	28	28	28	74	0	0	90	135	112,5	120	135	367,5



**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Camp de Tarragona	1	40	CT-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	77	77	77	123	0	0	60	120	90	90	130	310
	1	43	CT-BCN-1.3-D-TREN	1	1	3	4	DTREN	7	46	20	24	20	66	75,79	9,93	65	184	124,5	180	130	434,5
	1	49	CT-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	29	29	29	75	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	1	50	CT-REU-1.1-B	3	1	1	2	B	7	46	25	25	25	71	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	1	51	CT-REU-1.1-C	3	1	1	3	C	7	46	5	5	5	51	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	1	52	CT-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	5	5	5	51	288	9,42	20	40	30	180	135	345
	2	40	CT-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	95	95	95	199	0	0	60	120	90	90	130	310
	2	43	CT-BCN-2.3-D-BUS	1	2	3	4	DBUS	10,5	104	35	35	35	139	288	5,42	65	184	124,5	180	130	434,5
	2	43	CT-BCN-2.3-D-TREN	1	2	3	4	DTREN	10,5	104	20	24	20	124	75,79	9,93	65	184	124,5	180	130	434,5
	2	45	CT-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	65	65	65	111	0	0	105	180	142,5	90	130	362,5
	2	48	CT-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	80	80	80	126	288	8,83	93	93	93	135	130	358
	3	40	CT-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	77	77	77	123	0	0	60	120	90	90	130	310
	3	50	CT-REU-2.1-B	3	2	1	2	B	10,5	104	25	25	25	129	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	3	51	CT-REU-2.1-C	3	2	1	3	C	10,5	104	5	5	5	109	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	3	52	CT-REU-2.1-D	3	2	1	4	D	10,5	104	5	5	5	109	288	9,42	20	40	30	180	135	345
	4	43	CT-BCN-2.3-D-BUS	1	2	3	4	DBUS	10,5	104	35	35	35	139	288	5,42	65	184	124,5	180	130	434,5
	4	44	CT-BCN-2.3-D-AVE	1	2	3	5	DAVE	10,5	104	72	72	72	176	96	8,93	99	99	99	135	130	364
	4	45	CT-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	74	74	74	178	0	0	105	180	142,5	90	130	362,5
	4	49	CT-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	29	29	29	133	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	5	40	CT-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	95	95	95	343	0	0	60	120	90	90	130	310
	5	45	CT-GIR-2.1-A1	2	2	1	1	A1	10,5	104	65	65	65	169	0	0	105	180	142,5	90	130	362,5
	5	48	CT-GIR-2.1-D-AVE	2	2	1	5	DAVE	10,5	104	80	80	80	184	288	8,83	93	93	93	135	130	358
	5	49	CT-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	29	29	29	75	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Camp de Tarragona	6	43	CT-BCN-1.3-D-BUS	1	1	3	4	DBUS	7	46	35	35	35	81	288	5,42	65	184	124,5	180	130	434,5
	6	43	CT-BCN-1.3-D-TREN	1	1	3	4	DTREN	7	46	20	24	20	66	75,79	9,93	65	184	124,5	180	130	434,5
	6	44	CT-BCN-1.3-D-AVE	1	1	3	5	DAVE	7	46	72	72	72	118	96	8,93	99	99	99	135	130	364
	6	48	CT-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	80	80	80	126	288	8,83	93	93	93	135	130	358
	6	52	CT-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	5	5	5	51	288	9,42	20	40	30	180	135	345
	7	40	CT-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	77	77	77	123	0	0	60	120	90	90	130	310
	7	43	CT-BCN-1.3-D-BUS	1	1	3	4	DBUS	7	46	35	35	35	81	288	5,42	65	184	124,5	180	130	434,5
	7	45	CT-GIR-2.1-A1	2	2	1	1	A1	10,5	104	65	65	65	169	0	0	105	180	142,5	90	130	362,5
	7	48	CT-GIR-2.1-D-AVE	2	2	1	5	DAVE	10,5	104	80	80	80	184	288	8,83	93	93	93	135	130	358
	8	40	CT-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	95	95	95	343	0	0	60	120	90	90	130	310
	8	45	CT-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	65	65	65	111	0	0	105	180	142,5	90	130	362,5
	8	48	CT-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	80	80	80	126	288	8,83	93	93	93	135	130	358
	8	49	CT-REU-2.1-A1	3	2	1	1	A1	10,5	104	15	15	15	119	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	8	52	CT-REU-2.1-D	3	2	1	4	D	10,5	104	5	5	5	109	288	9,42	20	40	30	180	135	345
	9	40	CT-BCN-2.3-A	1	2	3	1	A	10,5	104	77	77	77	181	0	0	60	120	90	90	130	310
	9	43	CT-BCN-2.3-D-BUS	1	2	3	4	DBUS	10,5	104	35	35	35	139	288	5,42	65	184	124,5	180	130	434,5
	9	43	CT-BCN-2.3-D-TREN	1	2	3	4	DTREN	10,5	104	20	24	20	124	75,79	9,93	65	184	124,5	180	130	434,5
	9	50	CT-REU-1.1-B	3	1	1	2	B	7	46	25	25	25	71	0	0	15	60	37,5	90	135	262,5
	10	41	CT-BCN-2.3-B	1	2	3	2	B	10,5	104	244	244	244	348	0	0	60	120	90	90	130	310
	10	43	CT-BCN-3.3-D-TREN	1	3	3	4	DTREN	28	248	20	24	20	268	75,79	9,93	65	184	124,5	180	130	434,5
	10	44	CT-BCN-2.3-D-AVE	1	2	3	5	DAVE	10,5	104	72	72	72	176	96	8,93	99	99	99	135	130	364
	10	45	CT-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	65	65	65	111	0	0	105	180	142,5	90	130	362,5

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Catalunya Central	1	53	CC-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	52	52	52	98	0	0	60	120	90	90	130	310
	1	56	CC-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	12,6	12,6	12,6	58,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	1	57	CC-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	31	31	31	77	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	1	61	CC-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	73	73	73	119	0	0	90	150	120	90	135	345
	2	53	CC-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	70	70	70	318	0	0	60	120	90	90	130	310
	2	56	CC-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	12,6	12,6	12,6	260,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	2	57	CC-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	31	31	31	77	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	2	60	CC-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	11,2	22,8	11,2	57,2	205,71	8,08	50	95	72,5	180	130	382,5
	2	61	CC-REU-2.1-A1	3	2	1	1	A1	10,5	104	59	59	59	163	0	0	90	150	120	90	135	345
	3	53	CC-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	70	70	70	174	0	0	60	120	90	90	130	310
	3	56	CC-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	12,6	12,6	12,6	116,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	3	57	CC-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	31	31	31	77	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	3	60	CC-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	11,2	22,8	11,2	57,2	205,71	8,08	50	95	72,5	180	130	382,5
	4	57	CC-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	22	22	22	68	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	4	59	CC-GIR-2.1-C	2	2	1	3	C	10,5	104	26	26	26	130	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	4	60	CC-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	11,2	22,8	11,2	57,2	205,71	8,08	50	95	72,5	180	130	382,5
	4	63	CC-REU-2.1-C	3	2	1	3	C	10,5	104	90	90	90	194	0	0	90	150	120	90	135	345
	5	53	CC-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	70	70	70	174	0	0	60	120	90	90	130	310
	5	56	CC-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	12,6	12,6	12,6	58,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	5	57	CC-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	31	31	31	77	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	5	60	CC-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	11,2	22,8	11,2	57,2	205,71	8,08	50	95	72,5	180	130	382,5
	6	55	CC-BCN-1.3-C	1	1	3	3	C	7	46	29	29	29	75	0	0	60	120	90	90	130	310
	6	56	CC-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	12,6	12,6	12,6	58,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	6	57	CC-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	31	31	31	135	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Catalunya Central	6	60	CC-GIR-2.1-D	2	2	1	4	D	10,5	104	11,2	22,8	11,2	115,2	205,71	8,08	50	95	72,5	180	130	382,5
	7	53	CC-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	70	70	70	318	0	0	60	120	90	90	130	310
	7	56	CC-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	12,6	12,6	12,6	260,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	7	57	CC-GIR-2.1-A1	2	2	1	1	A1	10,5	104	22	22	22	126	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	7	60	CC-GIR-2.1-D1	2	2	1	4	D1	10,5	104	11,2	22,8	11,2	115,2	205,71	0	50	95	72,5	120	130	322,5
	7	61	CC-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	59	59	59	105	0	0	90	150	120	90	135	345
	8	53	CC-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	52	52	52	98	0	0	60	120	90	90	130	310
	8	56	CC-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	12,6	12,6	12,6	58,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	8	61	CC-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	73	73	73	177	0	0	90	150	120	90	135	345
	8	63	CC-REU-2.1-C	3	2	1	3	C	10,5	104	90	90	90	194	0	0	90	150	120	90	135	345
	9	53	CC-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	70	70	70	174	0	0	60	120	90	90	130	310
	9	56	CC-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	12,6	12,6	12,6	116,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	9	61	CC-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	59	59	59	105	0	0	90	150	120	90	135	345
	9	63	CC-REU-1.1-C	3	1	1	3	C	7	46	90	90	90	136	0	0	90	150	120	90	135	345
	10	56	CC-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	12,6	12,6	12,6	58,6	45	7,93	101	148	124,5	180	130	434,5
	10	57	CC-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	31	31	31	135	0	0	45	120	82,5	90	130	302,5
	10	60	CC-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	11,2	22,8	11,2	57,2	205,71	8,08	50	95	72,5	180	130	382,5
	10	61	CC-REU-3.2-A1	3	3	2	1	A1	28	248	59	59	59	307	0	0	90	150	120	90	135	345

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Girona	1	64	G-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	76	76	76	122	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	1	70	G-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	21	21	21	67	0	0	15	75	45	90	130	265
	1	71	G-GIR-1.1-B	2	1	1	2	B	7	46	55	55	55	101	0	0	15	75	45	90	130	265
	1	72	G-GIR-1.1-C	2	1	1	3	C	7	46	6	6	6	52	0	0	15	75	45	90	130	265
	1	73	G-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	16	30	16	62	288	6,75	15	120	67,5	180	130	377,5
	2	67	G-BCN-1.3-D-BUS	1	1	3	4	DBUS	7	46	40	50	40	86	288	5,08	100	230	165	180	130	475
	2	68	G-BCN-1.3-D-AVE	1	1	3	5	DAVE	7	46	44	54	44	90	96	7,93	78	84	81	135	130	346
	2	69	G-BCN-1.3-D-R3	1	1	3	6	DR3	7	46	19,7	19,7	19,7	65,7	90	7,93	166	166	166	180	130	476
	2	70	G-GIR-2.1-A1	2	2	1	1	A1	10,5	104	12	12	12	116	0	0	15	75	45	90	130	265
	3	64	G-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	94	94	94	342	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	3	68	G-BCN-3.3-D-AVE	1	3	3	5	DAVE	28	248	44	54	44	292	96	7,93	78	84	81	135	130	346
	3	70	G-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	21	21	21	125	0	0	15	75	45	90	130	265
	3	73	G-GIR-1.1-D1	2	1	1	4	D1	7	46	16	30	16	62	288	0	15	120	67,5	90	130	287,5
	4	64	G-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	76	76	76	324	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	4	67	G-BCN-2.3-D-BUS	1	2	3	4	DBUS	10,5	104	40	50	40	144	288	5,08	100	230	165	180	130	475
	4	68	G-BCN-2.3-D-AVE	1	2	3	5	DAVE	10,5	104	44	54	44	148	96	7,93	78	84	81	135	130	346
	4	69	G-BCN-2.3-D-R3	1	2	3	6	DR3	10,5	104	19,7	19,7	19,7	123,7	90	7,93	166	166	166	180	130	476
	4	74	G-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	75	75	75	121	0	0	105	180	142,5	90	135	367,5
	5	64	G-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	76	76	76	122	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	5	67	G-BCN-1.3-D-BUS	1	1	3	4	DBUS	7	46	40	50	40	86	288	5,08	100	230	165	180	130	475
	5	67	G-BCN-1.3-D-TREN	1	1	3	4	DTREN	7	46	22,5	30	22,5	68,5	30	8,43	103	192	147,5	180	130	457,5
	5	68	G-BCN-1.3-D-AVE	1	1	3	5	DAVE	7	46	44	54	44	90	96	7,93	78	84	81	135	130	346

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Girona	5	69	G-BCN-1.3-D-R3	1	1	3	6	DR3	7	46	19,7	19,7	19,7	65,7	90	7,93	166	166	166	180	130	476
	5	73	G-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	16	30	16	62	288	6,75	15	120	67,5	180	130	377,5
	6	64	G-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	76	76	76	122	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	6	67	G-BCN-1.3-D-BUS	1	1	3	4	DBUS	7	46	40	50	40	86	288	5,08	100	230	165	180	130	475
	6	68	G-BCN-1.3-D-AVE	1	1	3	5	DAVE	7	46	44	54	44	90	96	7,93	78	84	81	135	130	346
	6	69	G-BCN-1.3-D-R3	1	1	3	6	DR3	7	46	19,7	19,7	19,7	65,7	90	7,93	166	166	166	180	130	476
	6	70	G-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	21	21	21	125	0	0	15	75	45	90	130	265
	7	64	G-BCN-2.3-A	1	2	3	1	A	10,5	104	76	76	76	180	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	7	67	G-BCN-2.3-D-BUS	1	2	3	4	DBUS	10,5	104	40	50	40	144	288	5,08	100	230	165	180	130	475
	7	70	G-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	21	21	21	67	0	0	15	75	45	90	130	265
	7	73	G-GIR-1.1-D1	2	1	1	4	D1	7	46	16	30	16	62	288	0	15	120	67,5	90	130	287,5
	8	69	G-BCN-1.3-D-R3	1	1	3	6	DR3	7	46	19,7	19,7	19,7	65,7	90	7,93	166	166	166	180	130	476
	8	70	G-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	21	21	21	125	0	0	15	75	45	90	130	265
	8	73	G-GIR-3.2-D1	2	3	2	4	D1	28	248	16	30	16	264	288	0	15	120	67,5	90	130	287,5
	8	74	G-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	75	75	75	121	0	0	105	180	142,5	90	135	367,5
	9	64	G-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	76	76	76	324	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	9	70	G-GIR-3.2-A	2	3	2	1	A	28	248	21	21	21	269	0	0	15	75	45	90	130	265
	9	73	G-GIR-3.2-D1	2	3	2	4	D1	28	248	16	30	16	264	288	0	15	120	67,5	90	130	287,5
	9	74	G-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	75	75	75	121	0	0	105	180	142,5	90	135	367,5
	10	64	G-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	94	94	94	342	0	0	75	150	112,5	90	130	332,5
	10	71	G-GIR-1.1-B	2	1	1	2	B	7	46	55	55	55	101	0	0	15	75	45	90	130	265
	10	73	G-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	16	30	16	62	288	6,75	15	120	67,5	180	130	377,5
	10	74	G-REU-2.1-A1	3	2	1	1	A1	10,5	104	75	75	75	179	0	0	105	180	142,5	90	135	367,5

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Lleida	1	77	LL-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	1	80	LL-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	80	80	80	126	72	8,93	110	230	170	180	130	480
	1	81	LL-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	49	49	49	95	0	0	90	180	135	90	130	355
	1	86	LL-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	52	52	52	98	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	2	77	LL-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	59	59	59	307	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	2	80	LL-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	80	80	80	328	72	8,93	110	230	170	180	130	480
	2	81	LL-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	49	49	49	95	0	0	90	180	135	90	130	355
	2	84	LL-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	33,6	46,6	33,6	79,6	480	9,58	145	200	172,5	180	130	482,5
	2	86	LL-REU-2.1-A1	3	2	1	1	A1	10,5	104	38	38	38	142	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	3	77	LL-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	3	80	LL-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	80	80	80	126	72	8,93	110	230	170	180	130	480
	3	86	LL-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	52	52	52	156	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	3	88	LL-REU-2.1-C	3	2	1	3	C	10,5	104	49	49	49	153	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	4	77	LL-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	77	77	77	181	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	4	80	LL-BCN-2.3-D1	1	2	3	4	D1	10,5	104	80	80	80	184	72	0	110	230	170	90	130	390
	4	81	LL-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	40	40	40	86	0	0	90	180	135	90	130	355
	4	84	LL-GIR-1.1-D1	2	1	1	4	D1	7	46	33,6	46,6	33,6	79,6	480	0	145	200	172,5	90	130	392,5
	4	85	LL-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	104	120	104	150	288	8,92	110	230	170	90	130	390
	5	77	LL-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	77	77	77	325	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	5	81	LL-GIR-2.1-A1	2	2	1	1	A1	10,5	104	40	40	40	144	0	0	90	180	135	90	130	355
	5	84	LL-GIR-2.1-D1	2	2	1	4	D1	10,5	104	33,6	46,6	33,6	137,6	480	0	145	200	172,5	90	130	392,5
	5	86	LL-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	52	52	52	98	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5



**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Lleida	6	77	LL-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	6	80	LL-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	80	80	80	126	72	8,93	110	230	170	180	130	480
	6	81	LL-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	49	49	49	95	0	0	90	180	135	90	130	355
	6	84	LL-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	33,6	46,6	33,6	79,6	480	9,58	145	200	172,5	180	130	482,5
	6	85	LL-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	104	120	104	150	288	8,92	110	230	170	90	130	390
	7	77	LL-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	77	77	77	181	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	7	80	LL-BCN-2.3-D1	1	2	3	4	D1	10,5	104	80	80	80	184	72	0	110	230	170	90	130	390
	7	84	LL-GIR-2.1-D1	2	2	1	4	D1	10,5	104	33,6	46,6	33,6	137,6	480	0	145	200	172,5	90	130	392,5
	7	86	LL-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	38	38	38	84	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	8	77	LL-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	77	77	77	325	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	8	79	LL-BCN-2.3-C	1	2	3	3	C	10,5	104	44	44	44	148	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	8	84	LL-GIR-1.1-D	2	1	1	4	D	7	46	33,6	46,6	33,6	79,6	480	9,58	145	200	172,5	180	130	482,5
	8	86	LL-REU-3.2-A1	3	3	2	1	A1	28	248	38	38	38	286	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	9	77	LL-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	59	59	59	105	0	0	75	180	127,5	90	130	347,5
	9	80	LL-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	80	80	80	126	72	8,93	110	230	170	180	130	480
	9	81	LL-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	49	49	49	153	0	0	90	180	135	90	130	355
	9	84	LL-GIR-2.1-D	2	2	1	4	D	10,5	104	33,6	46,6	33,6	137,6	480	9,58	145	200	172,5	180	130	482,5
	10	80	LL-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	80	80	80	328	72	8,93	110	230	170	180	130	480
	10	84	LL-GIR-2.1-D	2	2	1	4	D	10,5	104	33,6	46,6	33,6	137,6	480	9,58	145	200	172,5	180	130	482,5
	10	86	LL-REU-3.2-A1	3	3	2	1	A1	28	248	38	38	38	286	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5
	10	88	LL-REU-3.2-C	3	3	2	3	C	28	248	49	49	49	297	0	0	60	135	97,5	90	135	322,5

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Maresme- Vallès	1	27	MV-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	41	41	41	87	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	1	28	MV-BCN-1.3-B	1	1	3	2	B	7	46	71	71	71	117	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	1	29	MV-BCN-1.3-C	1	1	3	3	C	7	46	8	8	8	54	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	1	31	MV-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	48	48	48	94	0	0	45	75	60	90	130	280
	1	36	MV-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	120	90	90	135	315
	2	27	MV-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	60	60	60	164	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	2	30	MV-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	2	31	MV-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	39	39	39	85	0	0	45	75	60	90	130	280
	2	34	MV-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	25	25	25	71	1440	11,83	75	130	102,5	150	130	382,5
	3	27	MV-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	41	41	41	289	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	3	30	MV-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	3	31	MV-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	39	39	39	85	0	0	45	75	60	90	130	280
	3	35	MV-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	0	7,67	70	122	96	120	130	346
	3	36	MV-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	61	61	61	165	0	0	60	120	90	90	135	315
	4	28	MV-BCN-2.3-B	1	2	3	2	B	10,5	104	71	71	71	175	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	4	30	MV-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	4	35	MV-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	0	7,67	70	122	96	120	130	346
	4	36	MV-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	120	90	90	135	315
	5	27	MV-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	60	60	60	308	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	5	30	MV-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	5	31	MV-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	48	48	48	152	0	0	45	75	60	90	130	280
	5	34	MV-GIR-2.1-D-BUS	2	2	1	4	DBUS	10,5	104	25	25	25	129	1440	11,83	75	130	102,5	150	130	382,5
	5	36	MV-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	120	90	90	135	315

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Maresme- Vallès	6	28	MV-BCN-2.3-B	1	2	3	2	B	10,5	104	71	71	71	175	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	6	30	MV-BCN-1.3-D	1	1	3	4	D	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	6	34	MV-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	25	25	25	71	1440	11,83	75	130	102,5	150	130	382,5
	6	39	MV-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	32,2	32,2	32,2	78,2	720	0	120	172	146	150	135	431
	7	27	MV-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	60	60	60	164	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	7	30	MV-BCN-2.3-D	1	2	3	4	D	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	7	36	MV-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	47	47	47	93	0	0	60	120	90	90	135	315
	7	39	MV-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	32,2	32,2	32,2	78,2	720	0	120	172	146	150	135	431
	8	30	MV-BCN-3.3-D	1	3	3	4	D	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	5,93	60	135	97,5	120	130	347,5
	8	36	MV-REU-3.2-A1	3	3	2	1	A1	28	248	47	47	47	295	0	0	60	120	90	90	135	315
	8	38	MV-REU-3.2-C	3	3	2	3	C	28	248	66	66	66	314	0	0	60	120	90	90	135	315
	8	39	MV-REU-1.1-D	3	1	1	4	D	7	46	32,2	32,2	32,2	78,2	720	0	120	172	146	150	135	431
	9	27	MV-BCN-1.3-A1	1	1	3	1	A1	7	46	60	60	60	106	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	9	28	MV-BCN-1.3-B	1	1	3	2	B	7	46	71	71	71	117	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	9	34	MV-GIR-2.1-D-BUS	2	2	1	4	DBUS	10,5	104	25	25	25	129	1440	11,83	75	130	102,5	150	130	382,5
	9	35	MV-GIR-2.2-D-AVE	2	2	2	5	DAVE	10,5	104	50	50	50	154	0	7,67	70	122	96	120	130	346
	10	27	MV-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	60	60	60	308	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	10	29	MV-BCN-2.3-C	1	2	3	3	C	10,5	104	8	8	8	112	0	0	45	90	67,5	90	130	287,5
	10	34	MV-GIR-1.1-D-BUS	2	1	1	4	DBUS	7	46	25	25	25	71	1440	11,83	75	130	102,5	150	130	382,5
	10	36	MV-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	61	61	61	107	0	0	60	120	90	90	135	315

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Penedès	1	89	P-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	58	58	58	104	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	1	95	P-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	56	56	56	102	0	0	75	105	90	90	130	310
	1	99	P-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	47	47	47	93	0	0	30	90	60	90	135	285
	2	89	P-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	58	58	58	104	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	2	92	P-BCN-1.3-D-R2	1	1	3	4	DR2	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	6,43	25	81	53	135	130	318
	2	93	P-BCN-1.3-D-R4	1	1	3	6	DR4	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	7,43	69	107	88	135	130	353
	2	94	P-BCN-1.3-D-e5	1	1	3	7	De5	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	53,33	7,77	84	109	96,5	135	130	361,5
	2	98	P-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	60	8	90	120	105	90	130	325
	2	99	P-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	47	47	47	93	0	0	30	90	60	90	135	285
	3	89	P-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	77	77	77	325	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	3	92	P-BCN-3.3-D-R2	1	3	3	4	DR2	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	6,43	25	81	53	135	130	318
	3	98	P-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	60	8	90	120	105	90	130	325
	3	99	P-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	47	47	47	93	0	0	30	90	60	90	135	285
	4	89	P-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	77	77	77	181	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	4	92	P-BCN-2.3-D-R2	1	2	3	4	DR2	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	6,43	25	81	53	135	130	318
	4	93	P-BCN-2.3-D-R4	1	2	3	6	DR4	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	7,43	69	107	88	135	130	353
	4	94	P-BCN-2.3-D-e5	1	2	3	7	De5	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	53,33	7,77	84	109	96,5	135	130	361,5
	4	95	P-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	56	56	56	102	0	0	75	105	90	90	130	310
	4	98	P-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	60	8	90	120	105	90	130	325

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Penedès	5	89	P-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	58	58	58	104	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	5	92	P-BCN-1.3-D-R2	1	1	3	4	DR2	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	6,43	25	81	53	135	130	318
	5	93	P-BCN-1.3-D-R4	1	1	3	6	DR4	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	7,43	69	107	88	135	130	353
	5	99	P-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	47	47	47	151	0	0	30	90	60	90	135	285
	6	89	P-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	77	77	77	325	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	6	95	P-GIR-2.1-A1	2	2	1	1	A1	10,5	104	47	47	47	151	0	0	75	105	90	90	130	310
	6	98	P-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	60	8	90	120	105	90	130	325
	6	99	P-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	47	47	47	93	0	0	30	90	60	90	135	285
	7	89	P-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	77	77	77	181	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	7	92	P-BCN-2.3-D-R2	1	2	3	4	DR2	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	30	6,43	25	81	53	135	130	318
	7	94	P-BCN-2.3-D-e5	1	2	3	7	De5	10,5	104	8,6	8,6	8,6	112,6	53,33	7,77	84	109	96,5	135	130	361,5
	7	99	P-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	33	33	33	79	0	0	30	90	60	90	135	285
	7	101	P-REU-1.1-C	3	1	1	3	C	7	46	38	38	38	84	0	0	30	90	60	90	135	285
	8	91	P-BCN-3.3-C	1	3	3	3	C	28	248	43	43	43	291	0	0	30	75	52,5	90	130	272,5
	8	97	P-GIR-2.1-C	2	2	1	3	C	10,5	104	75	75	75	179	0	0	75	105	90	90	130	310
	8	98	P-GIR-3.2-D-AVE	2	3	2	5	DAVE	28	248	60	60	60	308	60	8	90	120	105	90	130	325
	8	100	P-REU-1.1-B	3	1	1	2	B	7	46	138	138	138	184	0	0	30	90	60	90	135	285
	9	92	P-BCN-1.3-D-R2	1	1	3	4	DR2	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	6,43	25	81	53	135	130	318

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Penedès	9	93	P-BCN-1.3-D-R4	1	1	3	6	DR4	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	30	7,43	69	107	88	135	130	353
	9	94	P-BCN-1.3-D-e5	1	1	3	7	De5	7	46	8,6	8,6	8,6	54,6	53,33	7,77	84	109	96,5	135	130	361,5
	9	95	P-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	56	56	56	160	0	0	75	105	90	90	130	310
	10	93	P-BCN-3.3-D-R4	1	3	3	6	DR4	28	248	8,6	8,6	8,6	256,6	30	7,43	69	107	88	135	130	353
	10	98	P-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	60	8	90	120	105	90	130	325
	10	98	P-GIR-2.2-D-AVE	2	2	2	5	DAVE	10,5	104	60	60	60	164	60	8	90	120	105	90	130	325
	10	99	P-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	47	47	47	151	0	0	30	90	60	90	135	285
	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Terres de l'Ebre	1	102	TE-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	104	104	104	150	0	0	90	180	135	90	130	355
	1	108	TE-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	102	102	102	148	0	0	135	210	172,5	90	130	392,5
	1	112	TE-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	51	51	51	97	0	0	45	105	75	90	135	300
	1	113	TE-REU-1.1-B	3	1	1	2	B	7	46	196	196	196	242	0	0	45	105	75	90	135	300
	2	102	TE-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	123	123	123	227	0	0	90	180	135	90	130	355
	2	105	TE-BCN-2.3-D-Hife	1	2	3	4	DHife	10,5	104	76	76	76	180	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395
	2	107	TE-BCN-2.3-D-R15	1	2	3	6	DR15	10,5	104	30	70	30	134	180	9,93	160	220	190	180	130	500
	2	108	TE-GIR-1.1-A1	2	1	1	1	A1	7	46	93	93	93	139	0	0	135	210	172,5	90	130	392,5
	2	111	TE-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	360	8,4	158	158	158	90	130	378
	3	105	TE-BCN-2.3-D-Hife	1	2	3	4	DHife	10,5	104	76	76	76	180	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Fare</i>	<i>Week Freq</i>	<i>AcM</i>	<i>Access Mode</i>	<i>Air Freq. Week</i>	<i>Air Fare</i>	<i>Access Cost L</i>	<i>Access Cost H</i>	<i>Access Cost Avg.</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Head</i>	<i>First</i>	<i>AT_L</i>	<i>AT_H</i>	<i>Access Time Avg.</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Terres de l'Ebre</i>	3	106	TE-BCN-2.3-D-AVE	1	2	3	5	DAVE	10,5	104	50	50	50	154	360	8,43	150	150	150	90	130	370
	3	111	TE-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	360	8,4	158	158	158	90	130	378
	3	112	TE-REU-3.2-A	3	3	2	1	A	28	248	51	51	51	299	0	0	45	105	75	90	135	300
	4	105	TE-BCN-1.3-D-Hife	1	1	3	4	DHife	7	46	76	76	76	122	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395
	4	106	TE-BCN-1.3-D-AVE	1	1	3	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	360	8,43	150	150	150	90	130	370
	4	107	TE-BCN-1.3-D-R15	1	1	3	6	DR15	7	46	30	70	30	76	180	9,93	160	220	190	180	130	500
	4	111	TE-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	360	8,4	158	158	158	90	130	378
	4	112	TE-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	51	51	51	155	0	0	45	105	75	90	135	300
	5	102	TE-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	104	104	104	150	0	0	90	180	135	90	130	355
	5	105	TE-BCN-1.3-D-Hife	1	1	3	4	DHife	7	46	76	76	76	122	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395
	5	107	TE-BCN-1.3-D-R15	1	1	3	6	DR15	7	46	30	70	30	76	180	9,93	160	220	190	180	130	500
	5	112	TE-REU-2.1-A	3	2	1	1	A	10,5	104	51	51	51	155	0	0	45	105	75	90	135	300
	6	102	TE-BCN-3.3-A1	1	3	3	1	A1	28	248	123	123	123	371	0	0	90	180	135	90	130	355
	6	105	TE-BCN-3.3-D-Hife	1	3	3	4	DHife	28	248	76	76	76	324	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395
	6	111	TE-GIR-2.2-D-AVE	2	2	2	5	DAVE	10,5	104	60	60	60	164	360	8,4	158	158	158	90	130	378
	6	112	TE-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	37	37	37	83	0	0	45	105	75	90	135	300
	7	102	TE-BCN-1.3-A	1	1	3	1	A	7	46	104	104	104	150	0	0	90	180	135	90	130	355
	7	105	TE-BCN-1.3-D-Hife	1	1	3	4	DHife	7	46	76	76	76	122	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395
	7	106	TE-BCN-1.3-D-AVE	1	1	3	5	DAVE	7	46	50	50	50	96	360	8,43	150	150	150	90	130	370
	7	108	TE-GIR-2.2-A	2	2	2	1	A	10,5	104	102	102	102	206	0	0	135	210	172,5	90	130	392,5



**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Fare	Week Freq	AcM	Access Mode	Air Freq. Week	Air Fare	Access Cost L	Access Cost H	Access Cost Avg.	Total Cost	Head	First	AT_L	AT_H	Access Time Avg.	Idle	Air Time	Total Time
Terres de l'Ebre	8	102	TE-BCN-3.3-A	1	3	3	1	A	28	248	104	104	104	352	0	0	90	180	135	90	130	355
	8	107	TE-BCN-3.3-D-R15	1	3	3	6	DR15	28	248	30	70	30	278	180	9,93	160	220	190	180	130	500
	8	111	TE-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	360	8,4	158	158	158	90	130	378
	8	112	TE-REU-1.1-A	3	1	1	1	A	7	46	51	51	51	97	0	0	45	105	75	90	135	300
	9	105	TE-BCN-2.3-D-Hife	1	2	3	4	DHife	10,5	104	76	76	76	180	110,77	7,33	120	140	130	135	130	395
	9	107	TE-BCN-2.3-D-R15	1	2	3	6	DR15	10,5	104	30	70	30	134	180	9,93	160	220	190	180	130	500
	9	108	TE-GIR-1.1-A	2	1	1	1	A	7	46	102	102	102	148	0	0	135	210	172,5	90	130	392,5
	9	111	TE-GIR-1.1-D-AVE	2	1	1	5	DAVE	7	46	60	60	60	106	360	8,4	158	158	158	90	130	378
	10	102	TE-BCN-2.3-A1	1	2	3	1	A1	10,5	104	123	123	123	227	0	0	90	180	135	90	130	355
	10	106	TE-BCN-2.3-D-AVE	1	2	3	5	DAVE	10,5	104	50	50	50	154	360	8,43	150	150	150	90	130	370
	10	107	TE-BCN-2.3-D-R15	1	2	3	6	DR15	10,5	104	30	70	30	134	180	9,93	160	220	190	180	130	500
	10	112	TE-REU-1.1-A1	3	1	1	1	A1	7	46	37	37	37	83	0	0	45	105	75	90	135	300

**Annex A. Dades auxiliars****3. Alternatives del model per a cada zona**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Alt Penedès</i>	23	BCNCar	P-BCN-1.3-A	1	24.8	51.25	49.862	104	52.5	90	130	272.5
	23	BCNTaxi	P-BCN-1.3-B	1	24.8	51.25	138	184	52.5	90	130	272.5
	23	BCNFriend	P-BCN-1.3-C	1	24.8	51.25	25.724	89	52.5	90	130	272.5
	23	BCNR4	P-BCN-1.3-D-R4	1	24.8	51.25	8.6	54.6	88	135	130	353
	23	GROCar	P-GIR-1.1-A	2	1	130.07	55.731	102	90	90	130	310
	23	GROTaxi	P-GIR-1.1-B	2	1	130.07	299	345	90	90	130	310
	23	GROFriend	P-GIR-1.1-C	2	1	130.07	75.464	121	90	90	130	310
	23	REUCar	P-REU-1.1-A	3	0.513	68.34	48.324	93	52.5	90	135	285
	23	REUTaxi	P-REU-1.1-B	3	0.513	68.34	138	184	52.5	90	135	285
	23	REUFriend	P-REU-1.1-C	3	0.513	68.34	40.648	84	52.5	90	135	285

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Alt Urgell-La Cerdanya</i>	27	BCNCar	AP-BCN-1.3-A	1	24.8	170.45	108.663	161	165	90	130	407.5
	27	BCNTaxi	AP-BCN-1.3-B	1	24.8	170.45	564	610	165	90	130	407.5
	27	BCNFriend	AP-BCN-1.3-C	1	24.8	170.45	143.324	203	165	90	130	407.5
	27	BCNAnd	AP-BCN-1.3-D-And	1	24.8	170.45	27	73	207.5	135	130	472.5
	27	GROCar	AP-GIR-1.1-A	2	1	16.483.355	67.255	120	157.5	90	130	430
	27	GROTaxi	AP-GIR-1.1-B	2	1	16.483.355	517	563	157.5	90	130	430
	27	GROFriend	AP-GIR-1.1-C	2	1	16.483.355	98.508	159	157.5	90	130	430
	27	REUCar	AP-REU-1.1-A	3	0.513	22.253.911	61.826	105	195	90	135	405
	27	REUTaxi	AP-REU-1.1-B	3	0.513	22.253.911	448	494	195	90	135	405
	27	REUFriend	AP-REU-1.1-C	3	0.513	22.253.911	67.652	107	195	90	135	405

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Anoia</i>	25	BCNCar	P-BCN-1.3-A	1	24.8	63.9	46.998	104	67.5	90	130	272.5
	25	BCNTaxi	P-BCN-1.3-B	1	24.8	63.9	138	184	67.5	90	130	272.5
	25	BCNFriend	P-BCN-1.3-C	1	24.8	63.9	19.996	89	67.5	90	130	272.5
	25	BCNe5	P-BCN-1.3-D-e5	1	24.8	63.9	8.6	54.6	96.5	135	130	361.5
	25	GROCar	P-GIR-1.1-A	2	1	135.41	56.552	102	97.5	90	130	310
	25	GROTaxi	P-GIR-1.1-B	2	1	135.41	299	345	97.5	90	130	310
	25	GROFriend	P-GIR-1.1-C	2	1	135.41	77.104	121	97.5	90	130	310
	25	REUCar	P-REU-1.1-A	3	0.513	92.12	51.986	93	82.5	90	135	285
	25	REUTaxi	P-REU-1.1-B	3	0.513	92.12	138	184	82.5	90	135	285
	25	REUFriend	P-REU-1.1-C	3	0.513	92.12	47.972	84	82.5	90	135	285
	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Aran-Alta Ribagorçana</i>	30	BCNCar	AP-BCN-1.3-A	1	24.8	306.445	83.736	161	240	90	130	407.5
	30	BCNTaxi	AP-BCN-1.3-B	1	24.8	306.445	564	610	240	90	130	407.5
	30	BCNFriend	AP-BCN-1.3-C	1	24.8	306.445	93.472	203	240	90	130	407.5
	30	BCNVal	AP-BCN-1.3-D-Val	1	24.8	306.445	64	110	307.5	180	130	617.5
	30	GROCar	AP-GIR-1.1-A	2	1	364.3	73.373	120	270	90	130	430
	30	GROTaxi	AP-GIR-1.1-B	2	1	364.3	517	563	270	90	130	430
	30	GROFriend	AP-GIR-1.1-C	2	1	364.3	110.748	159	270	90	130	430
	30	REUCar	AP-REU-1.1-A	3	0.513	248.23	73.731	105	225	90	135	405
	30	REUTaxi	AP-REU-1.1-B	3	0.513	248.23	448	494	225	90	135	405
	30	REUFriend	AP-REU-1.1-C	3	0.513	248.23	91.46	107	225	90	135	405

**Annex A. Dades auxiliars**

	Q	J	Option	Airport	Ratio Pax/Year	DistToAir	Access Cost_Avg	Total Cost	Access Time_Avg	Idle	Air Time	Total Time
<b>BAIX EBRE- MONSIÀ</b>	8	BCNCar	TE-BCN-1.3-A	1	24.8	161.61	102.98	150	120	90	130	355
	8	BCNTaxi	TE-BCN-1.3-B	1	24.8	161.61	438	484	120	90	130	355
	8	BCNFriend	TE-BCN-1.3-C	1	24.8	161.61	131.96	181	120	90	130	355
	8	BCNHife	TE-BCN-1.3-D-Hife	1	24.8	161.61	76	122	130	135	130	395
	8	GROCar	TE-GIR-1.1-A	2	1	256.46	100.207	148	157.5	90	130	392.5
	8	GROTaxi	TE-GIR-1.1-B	2	1	256.46	614	660	157.5	90	130	392.5
	8	GROFriend	TE-GIR-1.1-C	2	1	256.46	164.416	214	157.5	90	130	392.5
	8	REUCar	TE-REU-1.1-A	3	0.513	76.19	49.386	97	67.5	90	135	300
	8	REUTaxi	TE-REU-1.1-B	3	0.513	76.19	196	242	67.5	90	135	300
	8	REUFriend	TE-REU-1.1-C	3	0.513	76.19	42.772	92	67.5	90	135	300

	Q	J	Option	Airport	Ratio Pax/Year	DistToAir	Access Cost_Avg	Total Cost	Access Time_Avg	Idle	Air Time	Total Time
<b>Baix Penedès- Garraf</b>	21	BCNCar	P-BCN-1.3-A	1	24.8	38.81	56.944	104	45	90	130	272.5
	21	BCNTaxi	P-BCN-1.3-B	1	24.8	38.81	138	184	45	90	130	272.5
	21	BCNFriend	P-BCN-1.3-C	1	24.8	38.81	39.888	89	45	90	130	272.5
	21	BCNR2	P-BCN-1.3-D-R2	1	24.8	38.81	8.6	54.6	53	135	130	318
	21	GROCar	P-GIR-1.1-A	2	1	146.91	58.325	102	97.5	90	130	310
	21	GROTaxi	P-GIR-1.1-B	2	1	146.91	299	345	97.5	90	130	310
	21	GROFriend	P-GIR-1.1-C	2	1	146.91	80.648	121	97.5	90	130	310
	21	REUCar	P-REU-1.1-A	3	0.513	53.91	48.403	93	45	90	135	285
	21	REUTaxi	P-REU-1.1-B	3	0.513	53.91	138	184	45	90	135	285
	21	REUFriend	P-REU-1.1-C	3	0.513	53.91	40.804	84	45	90	135	285

Z

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Barcelona</i>	1	BCNCar	B-BCN-1.3-A	1	24.8	16.37	40.977	87	30	90	130	250
	1	BCNTaxi	B-BCN-1.3-B	1	24.8	16.37	71	117	30	90	130	250
	1	BCNFriend	B-BCN-1.3-C	1	24.8	16.37	7.956	54	30	90	130	250
	1	BCNTP	B-BCN-1.3-D	1	24.8	16.37	8.6	54.6	45	120	130	295
	1	GROCar	B-GIR-1.1-A	2	1	89.99	47.284	94	75	90	130	295
	1	GROTaxi	B-GIR-1.1-B	2	1	89.99	218	264	75	90	130	295
	1	GROFriend	B-GIR-1.1-C	2	1	89.99	58.568	106	75	90	130	295
	1	GROTP	B-GIR-1.1-D-BUS	2	1	89.99	32	78	110	150	130	390
	1	REUCar	B-REU-1.1-A	3	0.513	103.76	60.776	107	75	90	135	300
	1	REUTaxi	B-REU-1.1-B	3	0.513	103.76	274	320	75	90	135	300
	1	REUFriend	B-REU-1.1-C	3	0.513	103.76	65.552	112	75	90	135	300
	1	REUTP	B-REU-1.1-D	3	0.513	103.76	28	74	112.5	150	135	397.5
	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Camp de Tarragona</i>	4	BCNCar	CT-BCN-1.3-A	1	24.8	89.12	76.902	123	90	90	130	310
	4	BCNTaxi	CT-BCN-1.3-B	1	24.8	89.12	244	290	90	90	130	310
	4	BCNFriend	CT-BCN-1.3-C	1	24.8	89.12	79.804	126	90	90	130	310
	4	BCNTP	CT-BCN-1.3-D-TREN	1	24.8	89.12	20	66	124.5	180	130	434.5
	4	GROCar	CT-GIR-1.1-A	2	1	183.52	74.129	120	142.5	90	130	362.5
	4	GROTaxi	CT-GIR-1.1-B	2	1	183.52	419	465	142.5	90	130	362.5
	4	GROFriend	CT-GIR-1.1-C	2	1	183.52	112.26	159	142.5	90	130	362.5
	4	REUCar	CT-REU-1.1-A	3	0.513	5.77	28.899	75	37.5	90	135	262.5
	4	REUTaxi	CT-REU-1.1-B	3	0.513	5.77	25	71	37.5	90	135	262.5
	4	REUFriend	CT-REU-1.1-C	3	0.513	5.77	1.8	51	37.5	90	135	262.5
	4	REUTP	CT-REU-1.1-D	3	0.513	5.77	5	51	30	180	135	345

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Catalunya central</i>	7	BCNCar	CC-BCN-1.3-A	1	24.8	93.45	51.392	98	90	90	130	310
	7	BCNTaxi	CC-BCN-1.3-B	1	24.8	93.45	198	244	90	90	130	310
	7	BCNFriend	CC-BCN-1.3-C	1	24.8	93.45	28.784	75	90	90	130	310
	7	BCNTP	CC-BCN-1.3-D	1	24.8	93.45	12.6	58.6	124.5	180	130	434.5
	7	GROCar	CC-GIR-1.1-A	2	1	83.51	40.257	77	82.5	90	130	302.5
	7	GROTaxi	CC-GIR-1.1-B	2	1	83.51	183	229	82.5	90	130	302.5
	7	GROFriend	CC-GIR-1.1-C	2	1	83.51	44.516	72	82.5	90	130	302.5
	7	GROTP	CC-GIR-1.1-D	2	1	83.51	11.2	57.2	72.5	180	130	382.5
	7	REUCar	CC-REU-1.1-A	3	0.513	144.53	64.876	119	120	90	135	345
	7	REUTaxi	CC-REU-1.1-B	3	0.513	144.53	318	364	120	90	135	345
	7	REUFriend	CC-REU-1.1-C	3	0.513	144.53	73.752	136	120	90	135	345

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Girona-Empordà</i>	12	BCNCar	G-BCN-1.3-A	1	24.8	131.475	75.639	122	120	90	130	332.5
	12	BCNTaxi	G-BCN-1.3-B	1	24.8	131.475	317	363	120	90	130	332.5
	12	BCNFriend	G-BCN-1.3-C	1	24.8	131.475	77.28	124	120	90	130	332.5
	12	BCNTP	G-BCN-1.3-D-TREN	1	24.8	131.475	22.5	68.5	147.5	180	130	457.5
	12	GROCar	G-GIR-1.1-A	2	1	18.39	20.795	67	45	90	130	265
	12	GROTaxi	G-GIR-1.1-B	2	1	18.39	55	101	45	90	130	265
	12	GROFriend	G-GIR-1.1-C	2	1	18.39	5.592	52	45	90	130	265
	12	GROTP	G-GIR-1.1-D	2	1	18.39	16	62	67.5	180	130	377.5
	12	REUCar	G-REU-1.1-A	3	0.513	201.95	94.196	135	150	90	135	367.5
	12	REUTaxi	G-REU-1.1-B	3	0.513	201.95	435	481	150	90	135	367.5
	12	REUFriend	G-REU-1.1-C	3	0.513	201.95	132.392	167	150	90	135	367.5

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Lleida</i>	15	BCNCar	LL-BCN-1.3-A	1	24.8	145.73	59.151	105	120	90	130	347.5
	15	BCNTaxi	LL-BCN-1.3-B	1	24.8	145.73	297	343	120	90	130	347.5
	15	BCNFriend	LL-BCN-1.3-C	1	24.8	145.73	44.3	90	120	90	130	347.5
	15	BCNTP	LL-BCN-1.3-D	1	24.8	145.73	80	126	170	180	130	480
	15	GROCar	LL-GIR-1.1-A	2	1	202.55	48.788	95	135	90	130	355
	15	GROTaxi	LL-GIR-1.1-B	2	1	202.55	403	449	135	90	130	355
	15	GROFriend	LL-GIR-1.1-C	2	1	202.55	61.576	108	135	90	130	355
	15	GROTP	LL-GIR-1.1-D	2	1	202.55	33.6	79.6	172.5	180	130	482.5
	15	REUCar	LL-REU-1.1-A	3	0.513	107.23	52.299	98	97.5	90	135	322.5
	15	REUTaxi	LL-REU-1.1-B	3	0.513	107.23	237	283	97.5	90	135	322.5
	15	REUFriend	LL-REU-1.1-C	3	0.513	107.23	48.596	95	97.5	90	135	322.5
<i>Maresme-Vallès</i>	18	BCNCar	MV-BCN-1.3-A	1	24.8	38.18	40.977	87	60	90	130	287.5
	18	BCNTaxi	MV-BCN-1.3-B	1	24.8	38.18	71	117	60	90	130	287.5
	18	BCNFriend	MV-BCN-1.3-C	1	24.8	38.18	7.956	54	60	90	130	287.5
	18	BCNTP	MV-BCN-1.3-D	1	24.8	38.18	8.6	54.6	97.5	120	130	347.5
	18	GROCar	MV-GIR-1.1-A	2	1	69.64	47.284	94	52.5	90	130	280
	18	GROTaxi	MV-GIR-1.1-B	2	1	69.64	218	264	52.5	90	130	280
	18	GROFriend	MV-GIR-1.1-C	2	1	69.64	58.568	106	52.5	90	130	280
	18	GROTP	MV-GIR-1.1-D-BUS	2	1	69.64	25	71	102.5	150	130	382.5
	18	REUCar	MV-REU-1.1-A	3	0.513	119.02	60.776	107	97.5	90	135	315
	18	REUTaxi	MV-REU-1.1-B	3	0.513	119.02	274	320	97.5	90	135	315
	18	REUFriend	MV-REU-1.1-C	3	0.513	119.02	65.552	112	97.5	90	135	315
	18	REUTP	MV-REU-1.1-D	3	0.513	119.02	32.2	78.2	146	150	135	431



**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Pallars</i>	28	BCNCar	AP-BCN-1.3-A	1	24.8	221.935	70.89	161	195	90	130	407.5
	28	BCNTaxi	AP-BCN-1.3-B	1	24.8	221.935	564	610	195	90	130	407.5
	28	BCNFriend	AP-BCN-1.3-C	1	24.8	221.935	67.78	203	195	90	130	407.5
	28	BCNPal	AP-BCN-1.3-D-Pal	1	24.8	221.935	86	132	254.5	135	130	519.5
	28	GROCar	AP-GIR-1.1-A	2	1	266.33	58.482	120	210	90	130	430
	28	GROTaxi	AP-GIR-1.1-B	2	1	266.33	517	563	210	90	130	430
	28	GROFriend	AP-GIR-1.1-C	2	1	266.33	80.964	159	210	90	130	430
	28	REUCar	AP-REU-1.1-A	3	0.513	184.26	56.008	105	187.5	90	135	405
	28	REUTaxi	AP-REU-1.1-B	3	0.513	184.26	448	494	187.5	90	135	405
	28	REUFriend	AP-REU-1.1-C	3	0.513	184.26	56.016	107	187.5	90	135	405
	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Ribera d'Ebre-Terra Alta</i>	10	BCNCar	TE-BCN-1.3-A	1	24.8	149.35	86.368	150	150	90	130	355
	10	BCNTaxi	TE-BCN-1.3-B	1	24.8	149.35	438	484	150	90	130	355
	10	BCNFriend	TE-BCN-1.3-C	1	24.8	149.35	98.736	181	150	90	130	355
	10	BCNR15	TE-BCN-1.3-D-R15	1	24.8	149.35	30	76	190	180	130	500
	10	GROCar	TE-GIR-1.1-A	2	1	244.2	83.595	148	180	90	130	392.5
	10	GROTaxi	TE-GIR-1.1-B	2	1	244.2	614	660	180	90	130	392.5
	10	GROFriend	TE-GIR-1.1-C	2	1	244.2	131.188	214	180	90	130	392.5
	10	REUCar	TE-REU-1.1-A	3	0.513	61.94	37.663	97	82.5	90	135	300
	10	REUTaxi	TE-REU-1.1-B	3	0.513	61.94	196	242	82.5	90	135	300
	10	REUFriend	TE-REU-1.1-C	3	0.513	61.94	19.328	92	82.5	90	135	300

**Annex A. Dades auxiliars**

	<i>Q</i>	<i>J</i>	<i>Option</i>	<i>Airport</i>	<i>Ratio Pax/Year</i>	<i>DistToAir</i>	<i>Access Cost_Avg</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Access Time_Avg</i>	<i>Idle</i>	<i>Air Time</i>	<i>Total Time</i>
<i>Ripollès</i>	14	BCNCar	G-BCN-1.3-A	1	24.8	136.965	57.974	122	135	90	130	332.5
	14	BCNTaxi	G-BCN-1.3-B	1	24.8	136.965	317	363	135	90	130	332.5
	14	BCNFriend	G-BCN-1.3-C	1	24.8	136.965	41.948	124	135	90	130	332.5
	14	BCNR3	G-BCN-1.3-D-R3	1	24.8	136.965	19.7	65.7	166	180	130	476
	14	GROCar	G-GIR-1.1-A	2	1	96.11	32.609	67	90	90	130	265
	14	GROTaxi	G-GIR-1.1-B	2	1	96.11	55	101	90	90	130	265
	14	GROFriend	G-GIR-1.1-C	2	1	96.11	29.22	52	90	90	130	265
	14	REUCar	G-REU-1.1-A	3	0.513	205.33	69.01	135	157.5	90	135	367.5
	14	REUTaxi	G-REU-1.1-B	3	0.513	205.33	435	481	157.5	90	135	367.5
	14	REUFriend	G-REU-1.1-C	3	0.513	205.33	82.02	167	157.5	90	135	367.5